

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**SEBASTIÃO FERREIRA MAGAGNIN**

**MÉTODOS DE CALIBRAÇÃO DO INRAPORC® E ERROS DE PREDIÇÃO PARA  
UM SISTEMA DE TERMINAÇÃO DE SUINOS PESADOS**

**CURITIBA**

**2015**

**SEBASTIÃO FERREIRA MAGAGNIN**

**MÉTODOS DE CALIBRAÇÃO DO INRAPORC® E ERROS DE PREDIÇÃO PARA  
UM SISTEMA DE TERMINAÇÃO DE SUINOS PESADOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias, Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Sistemas de Produção Animal e Meio Ambiente, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

**Orientador: Prof. Dr. Marson Bruck Warpechowski**

**CURITIBA**

**2015**

M188 Magagnin, Sebastião Ferreira.

Métodos de calibração do Inraporc® e erros de predição para um sistema de terminação de suínos pesados. / Sebastião Ferreira Magagnin. – Curitiba : 2015.

90 f. il.

Orientador: Marson Bruck Warpechowski.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.

Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

1. Suíno – Criação. 2. Suíno - Nutrição. I. Warpechowski, Marson Bruck. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU 636.4

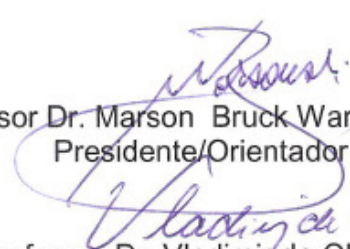
## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

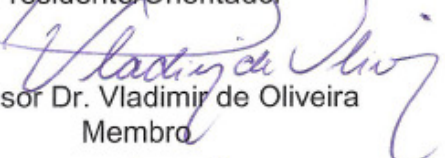



## PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“MÉTODOS DE CALIBRAÇÃO DO INRAPORC® E ERROS DE PREDIÇÃO PARA UM SISTEMA DE TERMINAÇÃO DE SUÍNOS PESADOS.”** apresentada pelo Mestrando **SEBASTIÃO FERREIRA MAGAGNIN** declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou o candidato APROVADO para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 28 de março de 2015

  
Professor Dr. Marson Bruck Warpechowski  
Presidente/Orientador

  
Professor Dr. Vladimir de Oliveira  
Membro

  
Professor Dr. Antonio João Scandolera  
Membro

Aos meus pais, Venício e Verônica

Pela incansável busca de me fornecer um ambiente familiar saudável com muito amor, me ensinando a ser um homem justo e a cultivar os bons valores morais.

*Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pelo dom da vida, és minha rocha e meu refúgio que ilumina meus caminhos, dá-me sabedoria, guia meus passos, tornam dignas minhas palavras e ações. Em ti confio meus caminhos, agradeço minhas vitórias e deposito minhas dificuldades e fraquezas para que me faças mais forte dia após dia e digno de suas promessas.

Aos meus pais que deste muito tempo não mediram esforços para me fornecer educação de qualidade começando o dia nas madrugadas, sob o assobio do minuano ou as frias gotas de chuva, mas acalentados pelo Sol radiante que viria ao decorrer do dia e pelos bons frutos conquistados em sua seara. Frutos estes de sabor doce como seus sorrisos. Agradeço-lhes pelo carinho, amor, fé e união e por acreditarem em seu filho, além dos valiosos ensinamentos de fé e vida.

Aos meus irmãos Nicolau e Jane Ferreira Magagnin que sempre me acompanharam desde o berço e me apoiaram nas dificuldades do dia a dia, me auxiliando vencer os desafios. Assim como os outros personagens que me apoiaram em minha trajetória.

Ao Prof. Dr. Marson Bruck Warpechowski, por me acolher e me dar a oportunidade de participar em seu grupo de pesquisa, pela orientação, confiança e apoio para que eu pudesse continuar a pesquisa mesmo com todas as dificuldades enfrentadas nesse período. Bem como acreditar que eu poderia desenvolver parte importante de seu projeto de pesquisa. Muito obrigado pelos ensinamentos Mestre!

Aos demais Professores do PPGCV e do Departamento de Zootecnia pela oportunidade de aprendizagem ao longo do mestrado.

Aos doutores e mestres colegas de laboratório: Lucélia Hauptli, Eduardo Alexandre de Oliveira, Emanuella Aparecida Pierozan, Ana Rosália Mendes, Aderbal Cavalcante-Neto, Juahil Martins e Márcia de Souza Vieira que me auxiliaram a desenvolver minhas habilidades dentro da pesquisa e me deram muitas considerações sobre os meus trabalhos.

Aos amigos e colegas mestrandos do LabSisZoot: Emanuella Aparecida Pierozan, Melisa Frutuoso Machado, Tatiana Carolina Gomes Dutra de Souza, Simona Miléo Siqueira e Rosyara Juliatto que compartilharam os momentos felizes e de aprendizado, além do companheirismo a cada conversa, lanche e almoço.

Aos colegas das iniciações científicas: 'Manuzinha', Marcos, Joseph, Paulo, e Marina pelo companheirismo e também por poder auxiliá-los em suas pesquisas.

Aos meus amigos: Bolha, Gaby, Schons, Gika e Ogata que ficávamos por horas devaneando e eloucubrando sobre o universo, a origem da humanidade e concluindo que tudo era um PDCA, em nossas reuniões quase semanais, na pizzeria da nossa eterna amiga "Vecchia".

A minha "tozzeta", Aline que me apoiou nos momentos de dificuldade, sempre com suas palavras de carinho e amor, para pudéssemos sempre brindar os muitos momentos de alegrias e felicidades que viriam após as tempestades. Muito obrigado minha linda companheira.

A todos os familiares, amigos e pessoas queridas, que mesmo distantes, estiveram sempre torcendo para que eu pudesse ter sucesso em minha jornada. Principalmente aos Professores da UFSC José Carlos Fiad Padilha e Renato Irgang, aos colegas da Fazenda Experimental Ressacada e à Pró reitoria de gestão e capacitação de pessoas - SEGESP que me apoiaram antes e durante o período de afastamento para realização do curso de pós graduação e sem estes agentes e o meu orientador eu não conseguiria realizar este sonho.

A todos vocês e aos que não citei... OBRIGADO!

No dia em que eu saí de casa  
Minha mãe me disse  
Filho, vem cá!  
Passou a mão em meus cabelos  
Olhou em meus olhos  
Começou falar

Por onde você for eu sigo  
Com meus pensamentos  
Sempre onde estiver  
Em minhas orações  
Eu vou pedir a Deus  
Que ilumine os passos seus

Eu sei que ela nunca compreendeu  
Os meus motivos de sair de lá  
Mas ela sabe que depois que cresce  
O filho vira passarinho e quer voar

Eu bem queria continuar ali  
Mas o destino quis me contrariar  
E o olhar de minha mãe na porta  
Eu deixei chorando a me abençoar

A minha mãe naquele dia  
Me falou do mundo como ele é  
Parece que ela conhecia  
Cada pedra que eu iria por o pé  
E sempre ao lado do meu pai  
Da pequena cidade ela jamais saiu

Ela me disse assim:  
Meu filho, vá com Deus  
Que este mundo inteiro é seu.....

Joel Marques



## RESUMO

O aumento do peso de abate dos suínos acima dos 120 kg de peso vivo tem sido objeto de interesse por gestores da cadeia produtiva para aumentar a produtividade e a qualidade do produto processado e diminuir o custo de produção. Porém, ainda são escassas as pesquisas brasileiras sobre suínos pesados, para os quais não foram definidas estratégias nutricionais adequadas. A modelagem matemática é uma ferramenta que pode ser útil para adequar o manejo alimentar e nutricional de acordo com as características e objetivos de cada sistema. O INRAPORC<sup>®</sup> é um sistema otimizado de modelos, mecanicista, dinâmico e determinista construído com o objetivo de analisar e elaborar estratégias nutricionais para suínos, com um módulo para suínos em crescimento e terminação de 15 a 150 kg de peso vivo. Para sua calibração padrão são necessárias informações sobre a(s) dieta(s), idade e peso vivo (PV) dos animais, e ingestão de alimento à vontade. A calibração avançada inclui a entrada de dados de espessura de toucinho (ET) e parâmetros do modelo do perfil animal, que opcionalmente podem ser estimados pelo próprio sistema. As informações de entrada opcionais têm maior ou menor facilidade e custo de obtenção de acordo com o sistema estudado. As combinações de informações estimadas e reais geram diferentes possibilidades e procedimentos de calibração e, consequentemente, podem interferir na qualidade da predição. Além disso, o INRAPORC<sup>®</sup>, sendo um modelo determinista, que se baseia e simula dados médios de rebanho, não leva em conta a variação populacional. O conhecimento do comportamento da variação populacional e da combinação do erro de predição da média com a variação entre e dentro de populações é importante para a tomada de decisão a partir de cenários simulados por modelagem. Um dos objetivos de estudo foi a consequência de diversos procedimentos de calibração, com dados médios de um pequeno grupo de suínos machos castrados terminados sob alimentação à vontade, sobre o erro de predição de dados médios de outro grupo de suínos pesados terminados sob restrição alimentar até aproximadamente 150 kg, em experimento laboratorial. Em seguida, com base na melhor calibração anterior, foi avaliado o comportamento do erro de predição e da sua relação com a variação intra-lote, usando dados de 192 animais, de duas populações reais, abatidos em quatro pesos médios entre 98 e 146 kg. Em geral, o erro sistemático respondeu pela maior parte do erro total de predição, que foi importante apenas para a ET. Este erro foi minimizado com a calibração do INRAPORC<sup>®</sup> usando uma equação corrigida da estimativa de ET a partir da massa lipídica, além da correção na estimativa de massa lipídica inicial do perfil animal usado na predição. Com essa correção, a calibração padrão resultou em leve subestimativa da curva de PV, compensada por leve superestimativa do intercepto da curva de ET, além de redução no desvio padrão da estimativa de 3,2 para 2,4mm. A entrada do valor real da ingestão de alimento aos 50 kg de PV teve o maior impacto na melhoria da estimativa da curva de peso vivo para o grupo restrito em situação laboratorial, reduzindo o desvio padrão da estimativa de 5,3 para 4,1 kg. A calibração do sistema, baseada num grupo pequeno de animais em situação laboratorial, foi aplicável para estimar os pesos médios reais de abate da população comercial. A correção do erro sistemático de predição da ET, medido com um pequeno grupo de animais sob manejo alimentar restrito, foi eficiente para corrigir o erro sistemático na predição da ET ao abate da população comercial em diversos pesos.

**PALAVRAS CHAVE:** Avaliação de erros, Aplicabilidade do modelo, Modelagem do crescimento.

## ABSTRACT

The increased in slaughter weight of the pigs over 120 kg body weight has been the subject of interest for managers of the production chain to increase productivity and the quality of the final product and reduce production cost. However, researches about heavy pigs production in Brazil are still scarce and appropriate nutritional strategies have not yet been defined at this stage. Mathematical modeling is a tool that can be useful to bring the food and nutrition management according to the characteristics and objectives of each system. The INRAPORC<sup>®</sup> is an optimized system of models, mechanistic, dynamic and deterministic, built with the purpose to evaluate and to develop nutritional strategies for swine with a module for growing pigs 15-150 kg body weight. For your standard calibration, information is needed on the (s) diet (s), age and body weight (BW) of the animals, as well as the *ad libitum* feed intake. The advanced calibration includes the input of the backfat thickness data (BT) and some animal profile model parameters, which may optionally be estimated by the system itself. Optional input information is more or less ease and expensive to obtain, according to the studied system. The combination of estimated and real informations generates different possibilities and calibration procedures, and thus may interfere on the prediction quality. In addition, the INRAPORC<sup>®</sup>, being a deterministic model based on average data and also simulating only average data, does not take into account the population variation. Knowledge of the population variation behavior and the combination of the average prediction error with the variation within and between populations, could be an important tool for decision based on simulated scenarios. One of the objects of study was the consequences of many calibration procedures, with average data from a small group of castrated male pigs finished under *ad libitum* feeding, on the prediction error of the average data of another group of heavy pigs finished under feed restriction just to about 150 kg, in a laboratory experiment. Then, based on the best previous calibration procedure, was evaluated behavior of the prediction error and its relation to the intra-group variation, using data of 192 animals, from two real populations, slaughtered in four average weights between 98 and 146 kg. In general, the systematic error accounted for the most of the total prediction error, which was important only for BT. This error has been minimized with the calibration of INRAPORC using the corrected equation for the BT stimate from the lipid mass, besides to correct the initial lipid mass estimate of the animal profile used in the prediction. With these corrections, the standard calibration resulted in slight underestimate of the BW curve, offset by slight overestimation of BT curve, reducing the estimated standard deviation 3.2 to 2.4mm. The input the real value of the feed intake at 50 kg body weight resulted the greatest impact on the improving of the estimated live weight curve for the restricted group in laboratory situation, reducing the estimated standard deviation from 5.3 to 4.1kg. The system calibration based on a small group of animals in laboratory situation was applicable to estimate the real average weights of the commercial slaughter population. The correction of systematic error on the BT prediction, measured with a small group of animals under restricted feeding management, was efficient to correct the systematic error in the prediction of the BT at slaughter of the commercial population in several weights.

**KEYWORDS:** Errors evaluation, Model Applicability, growth modeling.

**LISTA DE FIGURAS**

|   |    |
|---|----|
| <b>FIGURA 1.1</b> - DECOMPOSIÇÃO DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA O PESO VIVO.....                        | 35 |
| <b>FIGURA 1.2</b> - DECOMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA O PESO VIVO.....             | 36 |
| <b>FIGURA 1.3</b> - DECOMPOSIÇÃO DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA A ESPESSURA DE TOUCINHO.. ..            | 37 |
| <b>FIGURA 1.4</b> - DECOMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA A ESPESSURA DE TOUCINHO..... | 37 |
| <b>FIGURA 2.1</b> - DECOMPOSIÇÃO DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA PV E ET .....                           | 75 |
| <b>FIGURA 2.2</b> - DECOMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA PV E ET .....                | 75 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>TABELA 1.1</b> - DADOS CENTESIMAIS DA FORMULAÇÃO DA DIETA UTILIZADA NO EXPERIMENTO DE PIEROZAN (2014). .....  | 22 |
| <b>TABELA 1.2</b> - DADOS DA DIETA UTILIZADA NO EXPERIMENTO DE PIEROZAN (2014) COMPARAÇÃO DOS VALORES ANALISADOS NA MATÉRIA NATURAL COM OS VALORES ESTIMADOS PELO INRAPORC® .....                                | 23 |
| <b>TABELA 1.3</b> - DADOS OBSERVADOS PARA OS ANIMAIS SOB ALIMENTAÇÃO À VONTADE E RESTRITA, DO EXPERIMENTO DE PIEROZAN (2014) .....   | 24 |
| <b>TABELA 1.4</b> - INFORMAÇÕES UTILIZADAS NOS PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO DO INRAPORC .....   | 27 |
| <b>TABELA 1.5</b> - RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS ERROS DE PREDIÇÃO PARA OS PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO DO INRAPORC PARA O EFEITO DA CORREÇÃO EQUAÇÃO DA MASSA LIPÍDICA CORPORAL .....                             | 30 |
| <b>TABELA 1.6</b> - COEFICIENTES DAS EQUAÇÕES DE CORREÇÃO DE MASSA LIPÍDICA PARA CADA PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO ANALISADO .....   | 32 |
| <b>TABELA 1.7</b> - COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE DEPENDENTES E DADOS REAIS OU ESTIMADOS DOS PARÂMETROS DO MODELO DO PERFIL ANIMAL APÓS A CALIBRAÇÃO DO SISTEMA. ....                            | 40 |
| <b>TABELA 1.8</b> - CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS DO MODELO DO PERFIL ANIMAL DO GRUPO DE ANIMAIS SOB MANEJO ALIMENTAR .....   | 43 |
| <b>TABELA 1.9</b> - CORRELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS PARA O GRUPO DE ANIMAIS SOB MANEJO ALIMENTAR RESTRITO, SOB DIFERENTES PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO.....  | 45 |
| <b>TABELA 1.10</b> - RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS ERROS DE PREDIÇÃO PARA OS PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO DO INRAPORC PARA O EFEITO DAS INFORMAÇÕES OPCIONAIS DO MÓDULO DE CALIBRAÇÃO DO PERFIL ANIMAL.....         | 46 |
| <b>TABELA 1.11</b> - RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS ERROS DE PREDIÇÃO PARA OS PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO DO INRAPORC PARA O EFEITO DA INFORMAÇÃO DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E DE AMINOÁCIDOS DA DIETA,.....       | 50 |
| <b>TABELA 1.12</b> - RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS ERROS DE PREDIÇÃO PARA OS PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO DO INRAPORC PARA O EFEITO DO NÚMERO DE OBSERVAÇÕES DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES DA CURVA DE CALIBRAÇÃO ..... | 56 |

**TABELA 2.1** - VALORES DE INTERCEPTO ( $B_0$ ) E COEFICIENTE DE REGRESSÃO LINEAR ( $B_1$ ) E SUAS RESPECTIVAS PROBABILIDADES PARA PESO VIVO E ESPESSURA DE TOUCINHO DO GRUPO DE ANIMAIS SOB ALIMENTAÇÃO RESTRITA DO EXPERIMENTO DE PIEROZAN (2014) DAS GRANJAS 01 E 02 DO EXPERIMENTO DE OLIVEIRA (2011).....73

**TABELA 2.2** - INFORMAÇÕES DE PESO VIVO OBSERVADO E SIMULADO PELO INRAPORC, VARIAÇÕES E CARACTERÍSTICAS DOS LOTES DE SUINOS POR FASE DE ABATE PARA AS GRANJAS G01 E G02.....82

**TABELA 2.3** - INFORMAÇÕES DE ESPESSURA DE TOUCINHO OBSERVADO E SIMULADO PELO INRAPORC, VARIAÇÕES E CARACTERÍSTICAS DOS LOTES DE SUINOS MACHOS CASTRADOS POR FASE DE ABATE PARA AS GRANJAS G01 E G02.....83

**TABELA 2.4** - VALORES DAS MÉDIAS REAIS, SIMULADAS PELO INRAPORC E CORRIGIDAS DE PV E ET PARA CADA LOTE ABATIDO DAS GRANJAS 01 E 02 E SEUS INTERVALOS DE CONFIANÇA PARA A MÉDIA .....86

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

|                         |  |
|-------------------------|--|
| $\alpha b_0$            | Percentual de significância do intercepto  |
| $\alpha b_1$            | Percentual de significância do coeficiente de regressão linear   |
| $\alpha$ T- test        | Percentual de significância do Teste-T   |
| AV                      | Manejo alimentar à vontade ( <i>ad libitum</i> )   |
| $B_{\text{gompertz}}$   | Fator de forma da curva de crescimento da função Gompertz-<br>(precocidade)                                  |
| DepMedProt              | Deposição média de proteína diária   |
| ET                      | Espessura de toucinho  |
| ET corrig.              | Espessura de toucinho corrigida  |
| ET corrig CV%           | Coeficiente de variacao da espessura de toucinho corrigida   |
| ET Inra                 | Espessura de toucinho simulada pelo INRAPORC   |
| ET Real                 | Espessura de toucinho média real   |
| ET Real CV%             | Coeficiente de variacao da espessura de toucinho real  |
| EL                      | Energia líquida  |
| $F_{\text{conso}}$      | Fator de forma da curva de consumo   |
| G01                     | Granja 01  |
| G01-02                  | Granja 01 e 02 formando um único rebanho   |
| G02                     | Granja 02  |
| GPD                     | Ganho de peso diário   |
| IA50                    | Ingestão de alimento aos 50 kg de peso vivo  |
| IA100                   | Ingestão de alimento aos 100 kg de peso vivo   |
| IC                      | Intervalo de confiança   |
| INRA – AFZ              | Instituto Nacional de Pesquisa Agronômica - Associação<br>Francesa de Zootecnia                              |
| INRAPORC®               | Sistema de modelos desenvolvido pelo INRA  |
| LC                      | Lack of Correlation – Falta de correlação entre os dados<br>estimados e observados.                          |
| MANT                    | Fator de ajuste da manutenção  |
| MANT1                   | Valor padrão do fator de ajuste da manutenção (1,00).  |
| MJ EL/d                 | Mega Joules de Energia Líquida por dia   |
| $MLi_{RE\text{corrig}}$ | Massa lipídica inicial depositada na carcaça do perfil animal<br>sob manejo alimentar restrito               |
| MN                      | Matéria Natural  |
| MSD                     | Mean Squared Deviation – Quadrado Médio do Erro  |
| Norm.Real               | Normalidade da distribuição da amostra da população<br>baseada na média real                                 |
| NU                      | Nonunity Slope – Erro de taxa, diferença do valor do<br>coeficiente de regressão linear para o valor (1,00). |
| PB                      | Proteína Bruta   |
| PV                      | Peso vivo  |
| PV corrig.              | Peso vivo corrigido  |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| PVcorr <sub>ig</sub> CV% | Coeficiente de variação do peso vivo corrigido |
| PV <sub>i</sub>          | Peso vivo inicial                              |
| PV Inra                  | Peso vivo simulado pelo INRAPORC               |
| PV Real                  | Peso vivo médio real                           |
| PVReal CV%               | Coeficiente de variação do peso vivo real      |
| RE                       | Manejo alimentar restrito                      |
| SB                       | Squared Bias – Erros de efeito fixo.           |
| S <sub>x</sub>           | Erro padrão                                    |
| US                       | Ultrassonografia                               |

## SUMÁRIO

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| <b>APRESENTAÇÃO GERAL .....</b> | <b>16</b> |
|---------------------------------|-----------|

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1. Erros de predição do INRAPORC® para a terminação de suínos pesados de acordo com diferentes procedimentos de calibração .....</b> | <b>18</b> |
|--|-----------|

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>RESUMO.....</b> | <b>18</b> |
|--------------------|-----------|

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>ABSTRACT.....</b> | <b>19</b> |
|----------------------|-----------|

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>1.1 INTRODUÇÃO .....</b> | <b>20</b> |
|-----------------------------|-----------|

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>1.2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b> | <b>22</b> |
|-------------------------------------|-----------|

|   |    |
|---|----|
| 1.2.1 Procedimento de calibração basal do sistema ..... | 25 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 1.2.1.1 Informações opcionais do módulo de calibração do perfil animal ..... | 26 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 1.2.1.2 Informações de composição bromatológica e de aminoácidos da dieta ..... | 27 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 1.2.3 Número de observações das variáveis dependentes da curva de calibração. .... | 28 |
|--|----|

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1.2.4 Estatística utilizada..... | 28 |
|----------------------------------|----|

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b> | <b>29</b> |
|---|-----------|

|   |    |
|---|----|
| 1.3.1 Efeito da correção da equação da massa lipídica corporal para PV e ET ..... | 29 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 1.3.2 Procedimento de calibração basal corrigido ..... | 35 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 1.3.2.1 Efeito das informações opcionais do módulo de calibração do perfil animal. .... | 39 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 1.3.2.2 Efeito da informação da composição bromatológica e de aminoácidos da dieta. .... | 49 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 1.3.3 Avaliação entre os procedimentos de calibração ..... | 54 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 1.3.4 Efeito do número de observações das variáveis dependentes da curva de calibração. .... | 55 |
|--|----|

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>1.4 CONCLUSÃO .....</b> | <b>58</b> |
|----------------------------|-----------|

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>1.5 REFERÊNCIAS.....</b> | <b>59</b> |
|-----------------------------|-----------|

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO 02. Correção dos resultados preditos pelo INRAPORC® para aplicação a um sistema comercial de terminação de suínos .....</b> | <b>62</b> |
|---|-----------|

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>RESUMO.....</b> | <b>62</b> |
|--------------------|-----------|

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>ABSTRACT.....</b> | <b>63</b> |
|----------------------|-----------|

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>2.1 INTRODUÇÃO .....</b> | <b>64</b> |
|-----------------------------|-----------|

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b> | <b>66</b> |
|-------------------------------------|-----------|

|  |    |
|--|----|
| 2.2.1 Calibração do perfil animal e obtenção de equações de correção ..... | 66 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 2.2.2 Simulação do sistema de produção e dos resultados corrigidos ..... | 67 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 2.2.3 Avaliação do procedimento de correção dos resultados preditos ..... | 69 |
|---|----|

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b> | <b>71</b> |
|---|-----------|

|   |    |
|---|----|
| 2.3.1 Estimativa dos erros de predição e equações de correção ..... | 71 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 2.3.2 Erros de predição do sistema de produção ..... | 74 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 2.3.3 Avaliação do procedimento de correção dos resultados preditos ..... | 81 |
|---|----|

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>2.4 CONCLUSÃO .....</b> | <b>87</b> |
|----------------------------|-----------|

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>2.5 REFERÊNCIAS.....</b> | <b>88</b> |
|-----------------------------|-----------|



## APRESENTAÇÃO GERAL

Em âmbito nacional, os suínos são abatidos tradicionalmente com peso vivo médio entre 90 e 120 kg de peso vivo. Uma alternativa para reduzir custos é elevar o peso de abate dos animais, visando cortes com características melhores para o processamento e possibilidade de elaborar produtos diferenciados. De acordo com a IN 22 (MAPA,2000), são considerados 'suínos pesados' os animais com peso mínimo de abate a partir de 130 kg. No entanto existem poucos estudos para o desenvolvimento de estratégias nutricionais adequadas, para suínos em terminação nesta fase de desenvolvimento, podendo a modelagem das necessidades nutricionais dos animais ser útil para gerar essa informação.

O sistema de modelos denominado INRAPORC<sup>®</sup> é um programa desenvolvido e distribuído pelo Institute National de La Recherche Agronomique, Unité Mixte de Recherches Systèmes d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine - INRA UMR SENAH da França , que utiliza banco de dados da Associação Francesa de Zootecnia - AFZ e possui a colaboração de diversas instituições no seu aperfeiçoamento, incluindo a Universidade Federal do Paraná - UFPR. É uma importante ferramenta para auxiliar na elaboração de estratégias nutricionais de suínos e possui um módulo para animais em crescimento e terminação de 15 a 150 kg de peso vivo. Baseia-se nos conceitos de energia líquida, proteína ideal e aminoácidos digestíveis para a transformação dos nutrientes da dieta ingerida em lipídios e proteínas corporais e, com base nisto, estima os valores de peso vivo, espessura de toucinho e tecido magro da carcaça.

O INRAPORC<sup>®</sup> integra de forma dinâmica, mecanicista e determinista, os fatores genéticos, nutricionais, ambientais e de comportamento animal, apresentando seus resultados de modo prático para se visualizar o comportamento das curvas de desempenho do animal e de utilização e necessidade dos nutrientes pelo mesmo.

Ainda são poucos os testes conhecidos com a utilização do INRAPORC<sup>®</sup> no Brasil, dentre os quais estão trabalhos que ajustaram dietas de

crescimento e terminação com o objetivo de otimizar a utilização dos nutrientes e ou de redução dos custos de produção (ROSSI et al, 2013, LOVATO et al., 2014), além de outros que avaliaram o sistema para predição de desempenho de suínos terminados (WARPECHOWSKI et al, 2014) e para a de excreção de nutrientes (PIEROZAN, 2014), ambos sob condições experimentais. Entretanto, não foram encontrados outros trabalhos, além da avaliação do modelo na origem, que discuta os métodos de calibração dirigidos a cenários locais que estude a capacidade de predição do INRAPORC para dados reais de um sistema comercial de terminação de suínos, com calibração baseada em um pequeno grupo de animais sob condições experimentais.

Para a utilização do INRAPORC<sup>®</sup> é necessário calibrá-lo e para isto nem todas as informações utilizadas estão disponíveis nas unidades tradicionais de produção de suínos. Por isso é necessário verificar se o procedimento adotado para a calibração do sistema, utilizando informações indispensáveis e de fácil obtenção, pode apresentar simulações suficientemente precisas e exatas, ou se é necessário acrescentar informações de obtenção mais onerosa. Esta abordagem foi discutida no capítulo 1 deste trabalho.

O capítulo 02 explora a característica mecanicista do INRAPORC<sup>®</sup>, o qual deve ser versátil ou flexível ao ser utilizado em diferentes populações sob diferentes estratégias nutricionais. Como o sistema é calibrado com animais sob manejo alimentar à vontade e isto não é utilizado em todas as criações comerciais de suínos. Torna-se interessante verificar se uma calibração baseada em um pequeno grupo de animais, sob condição experimental, pode ser aplicável a uma população comercial com maior número de indivíduos, considerando que estas duas populações possuam mesma composição genética e estejam submetidos a manejo nutricional e condições de alojamento similares.

Outra verificação é se uma metodologia de correção das médias populacionais estimadas pelo sistema, baseada em uma validação prévia do mesmo, pode ser utilizada de modo que as médias reais da população alvo estejam contidas nos intervalos de confiança das médias simuladas e corrigidas. Isto também é interessante ser avaliado, pois as dinâmicas entre as médias populacionais e individuais são diferentes.

## **CAPÍTULO 1. ERROS DE PREDIÇÃO DO INRAPORC® PARA A TERMINAÇÃO DE SUÍNOS PESADOS DE ACORDO COM DIFERENTES PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO**

**RESUMO** - O INRAPORC® é uma ferramenta computacional de modelagem matemática para a elaboração de cenários e avaliação de estratégias nutricionais para suínos em crescimento e terminação de 15 a 150 kg de peso vivo (PV). Baseia-se nos conceitos de Energia líquida, proteína ideal e aminoácidos digestíveis para a transformação dos nutrientes da dieta em lipídios e proteínas corporais e, a partir disto, estima as variáveis de desempenho e carcaça. Para calibrá-lo são necessárias informações de entrada indispensáveis, complementares e opcionais as quais nem todas estão disponíveis nos sistemas de criação de suínos. Diferentes combinações dessas informações de entrada foram avaliadas quanto a sua contribuição na exatidão e precisão das estimativas comparadas à calibração padrão do sistema. As correções realizadas na equação que estima a massa lipídica juntamente com os valores reais de espessura de toucinho, ingestão de alimento aos 50 kg de PV e fator de ajuste da manutenção, apresentaram maior impacto na precisão dos resultados, reduzindo o valor do desvio padrão da estimativa de PV de 5,29 para 4,94 kg e da espessura de toucinho (ET) de 5,74 para 4,61 mm, justificando a obtenção dos valores reais de alguns parâmetros do modelo do perfil animal. A mudança de cinco para treze observações das variáveis dependentes da curva de calibração do INRAPORC® (avaliação com intervalos fixos de 21 ou de 7 dias) pouco influenciou nas estimativas de PV, mas com maior número de observações os erros de efeito fixo da ET foram mais consistentes. Em geral, pode-se afirmar que a utilização da calibração no modo padrão do sistema, em situações nas quais existam poucas informações da população a qual serão utilizadas as estratégias nutricionais, é possível de ser utilizada nas condições brasileiras avaliadas.

**Palavras-chave:** exatidão e precisão, modelagem do crescimento, necessidades nutricionais, suínos em terminação

## CHAPTER 1. PREDICTION ERRORS OF INRAPORC® FOR FINISHING HEAVY PIGS IN ACCORDANCE WITH DIFFERENT PROCEDURES CALIBRATION

**ABSTRACT** - The INRAPORC® is a tool of mathematical modeling for scenario development and evaluation of nutritional strategies for growing pigs and finishing 15-150 kg of body weight (BW). Based on the net energy concepts, ideal protein and digestible amino acids for the transformation of dietary nutrients in body lipids and proteins, and from this, estimates the performance and carcass variables. To calibrate it are necessary input information necessary, complementary and optional. Different combinations of these input information was evaluated for its contribution to the accuracy and precision of the estimates compared to the standard system calibration. The corrections made in the equation that estimates the lipid mass along with the real values of backfat thickness, feed intake at 50 kg BW and maintenance adjustment factor, had greater impact on the accuracy of results, reducing the standard deviation of the value of estimated PV 5.29 to 4.94 kg and backfat thickness (BT) of 5.74 to 4.61 mm, justifying obtaining the real values of some animal profile model parameters. The change from five to thirteen observations of the dependent variables of the INRAPORC® calibration curve (evaluation at intervals of 21 or 7 days) had little influence on the BW estimates, but with more observations, the fixed effect of BT errors were more consistent. In general it can be estabilished that the use of the calibration system default mode, in situations where there is little information about the population which nutritional strategies will be used, it is possible to be used in the evaluated brazilian conditions.

**Keywords:** accuracy and precision, modeling growth, nutritional requirements, finishing pigs.

## 1.1 INTRODUÇÃO

O INRAPORC® é um sistema de modelos desenvolvido e distribuído pelo INRA, e usa banco de dados do INRA – AFZ, ele é uma importante ferramenta para auxiliar na elaboração de estratégias nutricionais de suínos e possui um módulo para suínos em crescimento de 15 a 150 kg de peso vivo. Baseia-se nos conceitos de energia líquida, proteína ideal e aminoácidos digestíveis para a transformação dos nutrientes da dieta ingerida em lipídios e proteínas corporais e em componentes nutricionais excretados, com base nisto, estima os valores de peso vivo, espessura de toucinho e tecido magro da carcaça. Ele integra de forma dinâmica, mecanicista e determinista, os fatores genéticos, nutricionais, ambientais e de comportamento animal, apresentando seus resultados de modo que permite visualizar o comportamento das curvas de desempenho do animal e de utilização e necessidade dos nutrientes pelo mesmo (VAN MILGEN et al., 2008).

Nacionalmente ainda são poucos os trabalhos desenvolvidos no Brasil com a utilização do INRAPORC®. Rossi et al. (2013) e Lovato et al. (2014) realizaram trabalho ajustando dietas de crescimento e terminação com auxílio desse sistema, com o objetivo de otimizar a utilização dos nutrientes e a redução dos custos de produção em um integração de produção de suínos no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Outras pesquisas recentes têm estudado o uso do INRAPORC® em sistemas de terminação de suínos no sul do Brasil, incluindo o seu uso na predição da excreção de nutrientes (PIEROZAN, 2014) e na redução de níveis de fósforo e proteína bruta da dieta (MONTEIRO, 2014). Entretanto, não foram encontrados outros trabalhos, além da avaliação do

modelo na origem (VAN MILGEN et al., 2008), que discuta os métodos de calibração aplicados a um cenário local.

Para a utilização do INRAPORC<sup>®</sup> é necessário calibrá-lo, criando um cenário nutricional e um perfil animal, para depois se obter as estimativas. Para fins didáticos, as variáveis de entrada do sistema serão classificadas neste artigo como: a) indispensáveis: formulação da dieta, dados observados cronologicamente de consumo acumulado de alimento e de peso vivo dos animais sob manejo alimentar à vontade, e a idade na qual os mesmos possuíam na ocasião de cada coleta de dados; b) complementares: valores analisados da composição bromatológica e de aminoácidos da dieta; c) opcionais: variáveis dependentes da curva de calibração e valores reais de parâmetros do modelo do perfil animal utilizados durante a calibração do INRAPORC<sup>®</sup>.

Dentre as informações utilizadas para a calibração do INRAPORC<sup>®</sup> nem todas estão disponíveis facilmente nas unidades tradicionais de produção de suínos. Por isso é necessário verificar se o procedimento adotado para calibração do sistema, somente utilizando as informações indispensáveis ou procedimento de calibração base, pode apresentar resultados da simulação suficientemente precisos e ou exatos. E o quanto a utilização de outras informações de entrada podem contribuir com aumento na exatidão e precisão da predição das variáveis dependentes da curva de calibração, peso vivo e espessura de toucinho.

Como objetivo foi verificado quais entradas de dados e procedimentos de calibração do INRAPORC<sup>®</sup>, proporcionariam melhores níveis de exatidão e precisão da predição das variáveis dependentes da curva de calibração, peso vivo e espessura de toucinho, de um grupo de animais submetidos à alimentação restrita.

## 1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados foram obtidos de experimento conduzido em 2012 na Estação Experimental do Canguiri, da Universidade Federal do Paraná, em Pinhais, PR (PIEROZAN, 2014), utilizando 12 machos castrados da linhagem genética AGPIC, alojados em quatro baias com três animais. Seis animais foram submetidos a manejo alimentar à vontade (AV), com peso vivo inicial médio de  $74,7 \pm 5,0$  kg e os outros seis, sob manejo alimentar restrito (RE), recebendo 2,7 kg de ração/dia e com peso vivo médio inicial de  $78,5 \pm 4,0$  kg, as informações da dieta são apresentadas na Tabela 1.1 e 1.2.

Ambos os grupos possuíam idade inicial de 128 dias e permaneceram 82 dias em avaliação, período durante o qual foram coletadas 13 observações semanais de consumo acumulado de alimento, peso vivo e espessura de toucinho (Tabela 1.3). Os dados do grupo de animais sob manejo alimentar à vontade (AV) foram utilizados para a calibração do INRAPORC® e os do grupo RE, para avaliar a qualidade da predição de acordo com diferentes procedimentos de calibração e dados de entrada.

**TABELA 1.1 - DADOS CENTESIMAIS DA FORMULAÇÃO DA DIETA UTILIZADA NO EXPERIMENTO DE PIEROZAN (2014)**

| Dieta<br>Ingredientes | Composição (%) |
|-----------------------|----------------|
| Milho                 | 77,523         |
| Farelo de Soja        | 19,400         |
| Núcleo*               | 3,000          |
| L-Lisina              | 0,077          |
| Total                 | 100,000        |

\*Núcleo vitamínico-mineral para suínos em crescimento fornece os seguintes níveis por quilograma do produto: vitamina A, 80.000 UI; vitamina D<sub>3</sub>, 26.500 UI; vitamina E, 320 UI; vitamina K<sub>3</sub>, 75 mg; vitamina B<sub>1</sub>, 16,7 mg; vitamina B<sub>2</sub>, 90 mg; vitamina B<sub>6</sub>, 16,7 mg; vitamina B<sub>12</sub>, 500 mg; niacina, 500 mg; pantotenato de cálcio, 250 mg; ácido fólico, 15 mg; cloreto de colina, 1200 mg; NaCl, 60 g; Fe, 1.667 mg; Cu, 2.500 mg; Mn, 800 mg; Zn, 1.500 mg; I, 33,4 mg; Se, 8,35 mg; Ca<sub>mín/máx</sub>, 80/180 g; P, 10 g; fitase, 16.667 FTU; bacitracina de zinco, 1.333,34 mg.

**TABELA 1.2 - VALORES CENTESIMAIS DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA DIETA NA MATÉRIA NATURAL DA RAÇÃO FARELADA E DA COMPOSIÇÃO DE AMINOÁCIDOS ANALISADOS <sup>(1)</sup> E ESTIMADOS PELO INRAPORC<sup>®</sup> <sup>(2)</sup>.**

| Dieta   |                 |           |
|---|-----------------|-----------|
| Ingredientes                                    | Composição (%)* |           |
| Composição bromatológica                        | Analisados      | Estimados |
| Matéria seca (%)                                | 88,01           | 87,05     |
| Energia metabolizável (cal/g)                   | -               | 3.217,00  |
| Energia bruta (cal/g)                           | 3.811,00        | 3.826,00  |
| Resíduo mineral (%)                             | 4,56            | 4,52      |
| Matéria orgânica (%)                            | 83,45           | 82,53     |
| Extrato etéreo (%)                              | 3,06            | 3,20      |
| Proteína bruta (%)                              | 15,52           | 14,75     |
| Fibra Bruta (%)                                 | 2,77            | 2,89      |
| FDN (%)   | 17,84           | 10,47     |
| FDA (%)   | 4,16            | 3,45      |
| Lignina (%)                                     | 0,56            | 0,47      |
| Cálcio (%)                                      | 0,54            | 0,34      |
| Fósforo total (%)                               | 0,30            | 0,35      |
| Fósforo digestível (%)                          | 0,235           | 0,117     |
| Fósforo fítico (%)                              | -               | 63,5      |
| Sódio (%)                                       | 0,19            | 0,184     |
| Potássio (%)                                    | 0,51            | 0,659     |
| Composição de aminoácidos totais <sup>(3)</sup> | Analisados      | Estimados |
| Lisina (%)                                      | 0,814           | 0,764     |
| Metionina (%)                                   | 0,246           | 0,252     |
| Cistina (%)                                     | 0,266           | 0,281     |
| Triptofano (%)                                  | -               | 0,147     |
| Treonina (%)                                    | 0,653           | 0,562     |
| Fenilalanina (%)                                | 0,823           | 0,731     |
| Tirosina (%)                                    | 0,616           | 0,547     |
| Leucina (%)                                     | 1,497           | 1,410     |
| Isoleucina (%)                                  | 0,591           | 0,619     |
| Valina (%)                                      | 0,688           | 0,721     |
| Histidina (%)                                   | 0,450           | 0,409     |
| Arginina (%)                                    | 0,983           | 0,915     |

\* Valores provenientes do experimento de Pierozan (2014).

<sup>(1)</sup> Valores analisados da composição bromatológica de aminoácidos da dieta obtidos pela análise bromatológica e de aminograma.

<sup>(2)</sup> Valores estimados pelo INRAPORC<sup>®</sup>, com base na formulação da dieta utilizada e nos valores, da composição bromatológica e de aminoácidos, provenientes das tabelas de ingredientes da Associação Francesa de Zootecnia (AFZ).

<sup>(3)</sup> Aminoácidos totais na Matéria Natural.



**TABELA 1.3** - DADOS MÉDIOS OBSERVADOS PARA OS GRUPOS DE MACHOS CASTRADOS SOB ALIMENTAÇÃO À VONTADE E RESTRITA, REFERENTES ÀS VARIÁVEIS DEPENDENTES DA CURVA DE CALIBRAÇÃO: USO ACUMULADO DE ALIMENTO, PESO VIVO, ESPESSURA DE TOUCINHO E IDADE\*.

| Idade (d)   | Uso acumulado alimento (kg) | Peso vivo (kg) | Espessura de toucinho (mm) <sup>(1)</sup> |
|---|-----------------------------|----------------|---|
| Dados do grupo de animais sob programa alimentar à vontade (grupo AV) |                             |                |   |
| 128   | 0,0                         | 74,68          | 11,90                                     |
| 135   | 17,7                        | 81,30          | 13,11                                     |
| 142   | 40,2                        | 88,92          | 13,61                                     |
| 149   | 64,5                        | 96,82          | 14,78                                     |
| 156   | 90,0                        | 105,28         | 17,97                                     |
| 163   | 114,4                       | 113,35         | 18,36                                     |
| 170   | 138,0                       | 120,30         | 19,49                                     |
| 177   | 163,4                       | 126,60         | 21,44                                     |
| 184   | 186,5                       | 132,23         | 21,90                                     |
| 191   | 210,2                       | 140,05         | 23,92                                     |
| 198   | 232,8                       | 145,13         | 24,85                                     |
| 205   | 256,1                       | 150,93         | 25,54                                     |
| 210   | 272,7                       | 157,48         | 25,73                                     |
| Dados do grupo de animais sob programa alimentar restrito (grupo RE)  |                             |                |   |
| 128   | 0,0                         | 78,53          | 9,88                                      |
| 135   | 20,0                        | 84,22          | 10,73                                     |
| 142   | 39,5                        | 92,62          | 11,46                                     |
| 149   | 59,4                        | 99,79          | 12,23                                     |
| 156   | 78,3                        | 104,28         | 14,31                                     |
| 163   | 97,2                        | 108,83         | 14,14                                     |
| 170   | 116,1                       | 115,13         | 15,21                                     |
| 177   | 135,0                       | 120,20         | 16,01                                     |
| 184   | 153,7                       | 125,43         | 16,95                                     |
| 191   | 172,6                       | 132,25         | 17,26                                     |
| 198   | 190,7                       | 136,68         | 17,98                                     |
| 205   | 209,6                       | 141,63         | 18,39                                     |
| 210   | 220,1                       | 147,70         | 20,01                                     |

\* Dados provenientes dos grupos de animais do experimento de Pierozan (2014).

<sup>(1)</sup> Espessura de toucinho obtida por ultrassonografia no ponto P2 a 6,5 cm da linha medial dorsal, entre a última vértebra torácica e da primeira lombar, “na altura da última costela”.

A versão do INRAPORC<sup>®</sup> utilizada neste trabalho foi a 1.6.5.7. As descrições do procedimento de calibração geral do sistema e da correção da partição lipídica para determinação do perfil animal do grupo de animais AV e RE estão apresentadas a seguir:

#### 1.2.1 Procedimento de calibração basal do sistema:

As informações da composição bromatológica e de aminoácidos da dieta foram estimadas pelo sistema com base na formulação da dieta previamente estabelecida e a partir das informações da composição dos ingredientes, presentes no banco de dados do INRAPORC<sup>®</sup>. A dieta foi fornecida em fase única, sob manejo alimentar à vontade com 0% de perda.

No perfil animal a condição da granja informada foi o gênero dos animais (macho castrado) e entre as informações de consumo à vontade foi selecionada a unidade de consumo de alimento, Mega Joules de Energia Líquida/dia (MJ EL/d) e a Equação Gamma (Manutenção).

No módulo de calibração foram informados os 13 dados observados das variáveis dependentes da curva de calibração do perfil animal no INRAPORC do grupo AV: Consumo acumulado de alimento, peso vivo e espessura de toucinho (Tabela 1.3).

Na janela de calibração foi escolhido o método matemático para otimização não linear do sistema, Marquardt e realizada a calibração do sistema, utilizando modo de calibração padrão.

Após a calibração do perfil animal AV foi realizada a correção da equação para a estimativa da massa lipídica corporal, uma vez que foi detectado um erro sistemático no trabalho anterior (WARPECHOWSKI et al., 2014).

Foram corrigidos os valores dos coeficientes “a” e “b”, da equação da relação entre a massa lipídica (ML) e a espessura de toucinho medida no ponto P2, na aba de crescimento no módulo de configuração do sistema (Equação 1.1)

$$ET' = a + b*ML \quad (1.1)$$

O sistema foi calibrado novamente com a equação corrigida. Para a predição dos resultados do grupo RE foi necessário ajuste manual da massa lipídica associada ao peso vivo inicial. Uma vez que o software não utiliza automaticamente as modificações resultantes da correção dos coeficientes da equação pelo usuário para corrigir o valor da massa lipídica inicial do grupo RE.

Todas as demais avaliações descritas foram realizadas após essa correção.

#### 1.2.1.1 Informações opcionais do módulo de calibração do perfil animal:

No modo de calibração avançado, foram adicionadas opcionalmente ao procedimento de calibração basal, as informações observadas da espessura de toucinho e diferentes combinações dos valores reais e estimados dos parâmetros do modelo do perfil animal.

Os valores reais utilizados dos parâmetros do modelo do perfil animal foram: 19,50 MJ EL/d para a ingestão de alimento aos 50 kg PV (IA50), 37,16 MJ EL/d para a ingestão de alimento aos 100 kg PV (IA100), 74,68 kg para o peso vivo inicial (PVi) e foi mantido o valor 1.00, valor de referencia original do sistema, para o fator de ajuste da manutenção (MANT). A informação da IA50 foi obtida pelos dados de consumo de ração da granja comercial, onde os animais estavam antes do início do experimento.

A listagem dos diferentes procedimentos de calibração adotados está apresentada na Tabela 1.4

**TABELA 1.4 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS NOS PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO DO INRAPORC®.**

| Procedimentos de calibração  | Composição da dieta      |                           | Módulo de calibração do perfil animal |  |
|--|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--|
|  | Composição Bromatológica | Composição de aminoácidos | Variáveis dependentes                 | Parâmetros do modelo com valores reais |
| Efeito das informações opcionais do módulo de calibração do perfil animal  |                          |                           |                                       |  |
| 1 <sup>P</sup>   | Estimados                | Estimados                 | Idade/PV                              | MANT1                                  |
| 2  | Estimados                | Estimados                 | Idade/PV/ET                           | NENHUM                                 |
| 3  | Estimados                | Estimados                 | Idade/PV/ET                           | MANT1                                  |
| 4  | Estimados                | Estimados                 | Idade/PV/ET                           | MANT1/IA50/PVi                         |
| 5  | Estimados                | Estimados                 | Idade/PV/ET                           | IA50/PVi                               |
| 6  | Estimados                | Estimados                 | Idade/PV/ET                           | MANT1/IA50                             |
| 7  | Estimados                | Estimados                 | Idade/PV/ET                           | IA50                                   |
| Efeito da informação da composição bromatológica e de aminoácidos da dieta |                          |                           |                                       |  |
| 1.1 <sup>P</sup>   | Estimados                | Estimados                 | Idade/PV                              | MANT1                                  |
| 1.2 <sup>P</sup>   | Analizados               | Estimados                 | Idade/PV                              | MANT1                                  |
| 1.3 <sup>P</sup>   | Estimados                | Analizados                | Idade/PV                              | MANT1                                  |
| 1.4 <sup>P</sup>   | Analizados               | Analizados                | Idade/PV                              | MANT1                                  |
| 6.1  | Estimados                | Estimados                 | Idade/PV/ET                           | MANT1/IA50                             |
| 6.2  | Analizados               | Estimados                 | Idade/PV/ET                           | MANT1/IA50                             |
| 6.3  | Estimados                | Analizados                | Idade/PV/ET                           | MANT1/IA50                             |
| 6.4  | Analizados               | Analizados                | Idade/PV/ET                           | MANT1/IA50                             |

**Variáveis dependentes:** Entrada dos dados das variáveis dependentes da curva de calibração do perfil animal no INRAPORC: de consumo acumulado de alimento, peso vivo (**PV**) e espessura de toucinho (**ET**); **Composição bromatológica:** Composições centesimais de: Matéria seca, Minerais, Extrato Etéreo, Proteína bruta, Cálcio, Fósforo, Fibra bruta, FDA, FDN e Lignina, estimados pelo sistema ou analisados em laboratório. **Composição de aminoácidos:** Composições centesimais de: Lisina, Metionina, Cistina, Triptofano, Treonina, Fenilalanina, Tirosina, Leucina, Isoleucina, Valina, Histidina e Arginina, estimados pelo sistema ou analisados em laboratório, **MANT1:** Informação do coeficiente de ajuste da manutenção valor padrão de 1,00, **IA50:** Entrada do dado real de ingestão de alimento pelo animal aos 50 kg de peso vivo, **PVi:** Entrada do dado real Peso vivo inicial, **NENHUM:** Procedimento de calibração com todos os parâmetros do modelo estimados pelo sistema, <sup>P</sup>: Procedimentos de calibração que utilizaram o modo de calibração padrão do sistema.

#### 1.2.1.2 Informações de composição bromatológica e de aminoácidos da dieta.

Estes valores podem ser estimados pelo sistema com base na formulação da dieta pré-estabelecida e nas composições bromatológicas e de aminoácidos dos ingredientes com base nas tabelas da Associação Francesa de Zootecnia que constituem seu banco de dados, ou inseridos pelo usuário, obtidos por análise bromatológica e ou de aminograma.

O efeito da digestibilidade da composição bromatológica da dieta não foi avaliada neste trabalho e seus valores foram baseados no banco de dados do sistema, considerando o nível de inclusão dos ingredientes utilizados.

Foram realizadas combinações entre os valores estimados e analisados das informações de composição bromatológica e de aminoácidos da dieta, sob os modos de calibração padrão e avançado do sistema, originando oito procedimentos de calibração (2x2x2), os mesmos estão representados na Tabela 1.4.

#### 1.2.3 Número de observações das variáveis dependentes da curva de calibração.

Nesta análise foi verificada a influência do número de observações das variáveis de entrada utilizadas para calibração do sistema sobre os resultados dos erros de predição de PV e ET para o grupo de animais RE. Todos os procedimentos de calibração utilizaram os valores estimados para as informações de composição da dieta e a calibração no modo padrão.

Foram utilizadas 13, 7 e 5 observações para as variáveis dependentes da curva de calibração: idade, peso vivo e consumo acumulado de alimento (Tabela 1.3). Estes números referem-se às coletas dos dados com intervalos fixos de 7, 14 e 21 dias, respectivamente.

#### 1.2.4 Estatística utilizada

As análises dos erros de predição de PV e ET foram baseadas nos dados reais e nos simulados para o grupo de animais RE pelo INRAPORC<sup>®</sup>. Destes dados foi realizado o teste de hipótese da curva de calibração, ou seja, a calibração da predição ( $b_0=0$  e  $b_1=1$ ), os valores simulados foram considerados independentes (x) e os observados dependentes (y) e os parâmetros utilizados nas análises foram: valor do intercepto ( $b_0$ ) e coeficiente

de regressão linear ( $b_1$ ), significância do intercepto ( $\alpha b_0$ ) e do coeficiente de regressão linear ( $\alpha b_1$ ).

Do teste-T com médias pareadas foi utilizado o seu percentual de significância ( $\alpha$  T- test) que estima a probabilidade das médias das amostras pareadas serem iguais nas semanas 3, 9 e 11 que correspondem aos pesos meta para abate aos 100, 135 e 145 kg de peso vivo, estes testes foram realizados no Statgraphics Centurion 15<sup>®</sup>.

Foi obtida a decomposição dos erros de predição ou do quadrado médio do erro (MSD - Mean Squared Deviation) pelo método de Gauch et al., (2003). Pela raiz quadrada do valor do MSD foi obtido o desvio padrão da estimativa ( $\sigma$ ), apresentando o valor do desvio na unidade da variável analisada, PV em kg e ET em mm.

### 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos erros de predição do INRAPORC foram utilizados para discutir os tópicos que se seguem e estão apresentados na Tabela 1.5.

#### 1.3.1 Efeito da correção da equação da massa lipídica corporal

As correções dos valores da massa lipídica proporcionaram redução de erros sistemáticos de efeito fixo para as estimativas de espessura de toucinho (ET) e não afetaram as estimativas de peso vivo (PV) (Tabela 1.5).

Comparando os resultados de ET do procedimento de calibração basal sem correção da massa lipídica (Original) e do corrigido, ocorreu uma redução do erro sistemático significativo ( $P < 0,01$ ) representado pelo intercepto ( $b_0$ ) de -4,85 para -1,94 mm. Confirmados pela redução de 45% nos erros de efeito fixo do quadrado médio do erro (SB), que consequentemente afetou os valores do desvio padrão da estimativa ( $\sigma$ ) que passou de 3,25 para 2,42 mm e de seus respectivos coeficientes de variação que reduziram de 21,7 para 16,2%.

Melhorando em parte a precisão dos valores de ET na simulação obtida e o valor do coeficiente de variação obtido para estimativa da ET é considerado médio pelo método de Judice et al. (1999).

**TABELA 1.5** - RESULTADOS DOS TESTES DOS ERROS DE PREDIÇÃO, PARA O EFEITO DA CORREÇÃO EQUAÇÃO DA MASSA LIPÍDICA CORPORAL ENTRE OS DADOS OBSERVADOS (Y) E ESTIMADOS PELO INRAPORC (X) DE PESO VIVO E ESPESSURA DE TOUCINHO, PARA O GRUPO DE ANIMAIS SOB MANEJO ALIMENTAR RESTRITO, VERIFICANDO A RELAÇÃO ( $B_0=0$  E  $B_1=1$ ) E DECOMPONDO O QUADRADO MÉDIO DO ERRO (MSD) SEGUNDO MÉTODO DE GAUCH (2003).

| Variáveis dependentes | Parâmetros de análise | Procedimento de calibração |                        |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|
|                       |                       | Original <sup>P</sup>      | Corrigido <sup>P</sup> |
| Peso Vivo             | $b_0$                 | 7,28                       | 7,25                   |
|                       | $\alpha b_0$          | 0,40%                      | 0,43%                  |
|                       | $b_1$                 | 0,90                       | 0,90                   |
|                       | $\alpha b_1$          | 0,01%                      | 0,01%                  |
|                       | SB                    | 20,79                      | 20,89                  |
|                       | NU                    | 5,46                       | 5,39                   |
|                       | LC                    | 1,67                       | 1,69                   |
|                       | $\sigma$              | 5,28                       | 5,29                   |
|                       | $\alpha$ T-test       | 13,17%                     | 12,98%                 |
| Espessura de toucinho | $b_0$                 | -4,85                      | -1,94                  |
|                       | $\alpha b_0$          | 0,00%                      | 0,92%                  |
|                       | $b_1$                 | 1,09                       | 0,97                   |
|                       | $\alpha b_1$          | 4,25%                      | 47,54%                 |
|                       | SB                    | 10,34                      | 5,73                   |
|                       | NU                    | 0,06                       | 0,01                   |
|                       | LC                    | 0,13                       | 0,13                   |
|                       | $\sigma$              | 3,25                       | 2,42                   |
|                       | $\alpha$ T-test       | 0,27%                      | 0,16%                  |

**Original:** Procedimento de calibração basal com as equações e valores originais da massa lipídica, **Corrigido:** Procedimento de calibração basal com as equações e valores corrigidos da massa lipídica,  **$b_0$ :** valor do intercepto;  **$\alpha b_0$ :** Percentual de significância do intercepto, probabilidade do mesmo ser nulo;  **$b_1$ :** valor do coeficiente de regressão linear,  **$\alpha b_1$ :** Percentual de significância do coeficiente de regressão linear, probabilidade do mesmo ser igual a 1;  **$\sigma$ :** Desvio padrão dos resultados entre os dados médios observados e estimados, ele representa o nível de precisão das estimativas do sistema. Seu valor ao quadrado é a variância populacional ou o quadrado médio do erro (MSD- mean square deviation) que segundo o método de decomposição de erros de Gauch (2003) é a soma dos valores de SB, NU e LC; **SB:** "Square bias", representa o quadrado médio dos erros sistemáticos de efeito fixo, **NU:** "Nonunit slope", representa o quadrado médio dos erros sistemáticos de taxa; **LC:** "Lack correlation", representa a falta de correlação entre os dados médios observados e os estimados;  **$\alpha$  T- test:** Percentual de significância do Teste-T pareado, probabilidade dos pesos vivos simulados e observados ao atingirem os pesos meta de 100, 135 e 145 kg de peso vivo serem iguais, ele representa o nível de exatidão das estimativas do sistema; <sup>P</sup>: Procedimentos de calibração que utilizaram o modo de calibração padrão do sistema.

A redução dos valores dos erros de efeito fixo também proporcionou uma leve melhora na exatidão da simulação para a ET, mas os seus resultados continuaram inexatos ( $P < 0,01$ ) aos pesos meta de abate (100, 135 e 145 kg), comparados pelo T- Test (Tabela 1.5).

As correções das equações e valores da partição lipídica foram necessárias por algumas inconsistências encontradas no sistema. A primeira foi encontrada na equação que expressa a relação entre a massa lipídica corporal e a ET, seus coeficientes foram corrigidos com base nos dados de massa lipídica corporal simulada pelo INRAPORC® e de ET real do grupo AV, obtendo-se a equação (1.2).

$$ET' = 5,27 + 0,42 * ML \quad (R^2 = 0,985) \quad (1.2)$$

A equação exemplificada acima corresponde ao procedimento basal corrigido, 1<sup>p</sup> ou 1.1<sup>p</sup>, cada procedimento de calibração presente na tabela 1.4, gerou diferentes valores dos coeficientes *a* e *b* (Tabela 1.6). Pois os valores da massa lipídica simulada dependem do conjunto de informações de entrada de dados no sistema.

Como relatado por Kloareg (2006), em seu trabalho, a distribuição do tecido lipídico pelo corpo do animal possui padrões diferentes, dependendo da genética, idade e sexo, podendo haver erros sistemáticos entre a espessura de toucinho e a massa lipídica depositada. Como neste trabalho a matriz genética dos animais utilizados não foi a mesma dos que geraram os dados para a obtenção do sistema na França, em função disto esta equação poderia não estar adaptada aos genótipos brasileiros resultando em um desvio da distribuição da energia calculada pelo modelo (WARPECHOWSKI et al., 2014).



**TABELA 1.6 – COEFICIENTES DAS EQUAÇÕES DE CORREÇÃO DE MASSA LIPÍDICA PARA CADA PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO ANALISADO**

| Procedimento de calibração | Coeficientes das Equações de correção da massa lipídica |          |                          |          |
|----------------------------|---|----------|--------------------------|----------|
|                            | Equação 1.2 <sup>1</sup>                                |          | Equação 1.3 <sup>2</sup> |          |
|                            | <i>a</i>  | <i>b</i> | <i>a</i>                 | <i>b</i> |
| 1 <sup>p</sup>             | 5,27  | 0,42     | -17,02                   | 0,43     |
| 2                          | 6,21  | 0,39     | -20,55                   | 0,46     |
| 3                          | 5,61  | 0,41     | -18,10                   | 0,44     |
| 4                          | 6,15  | 0,40     | -20,22                   | 0,46     |
| 5                          | 6,18  | 0,39     | -20,43                   | 0,46     |
| 6                          | 6,14  | 0,40     | -20,19                   | 0,46     |
| 7                          | 6,31  | 0,39     | -20,95                   | 0,46     |
| 1.1 <sup>p</sup>           | 5,27  | 0,42     | -17,02                   | 0,43     |
| 1.2 <sup>p</sup>           | 5,38  | 0,41     | -17,57                   | 0,44     |
| 1.3 <sup>p</sup>           | 5,27  | 0,42     | -17,02                   | 0,43     |
| 1.4 <sup>p</sup>           | 5,38  | 0,41     | -17,57                   | 0,44     |
| 6.1                        | 6,14  | 0,40     | -20,19                   | 0,46     |
| 6.2                        | 6,28  | 0,39     | -20,81                   | 0,46     |
| 6.3                        | 6,14  | 0,40     | -20,19                   | 0,46     |
| 6.4                        | 6,28  | 0,39     | -20,81                   | 0,46     |

<sup>1</sup> Equação que expressa a relação entre a Espessura de toucinho X Massa lipídica (ET=a+b\*ML)

<sup>2</sup> Equação que expressa a relação entre a Massa lipídica X Peso vivo (ML= a+ b\*PV)

<sup>p</sup> Procedimentos de calibração que utilizaram o modo de calibração padrão do sistema

Após a correção dos valores dos coeficientes da equação da massa lipídica, o sistema deve ser recalibrado para que a mesma seja considerada na matriz de equações, já que a calibração do INRAPORC é uma solução integrada, dos valores de seus coeficientes e equações, por cálculo iterativo (VAN MILGEN et al, 2008).

Ao ser integrada ao processo de otimização matemática do sistema, esta equação interferirá não somente no valor da ET simulada, mas também na mecanística da partição energética calculada pelo sistema, podendo alterar o comportamento da deposição lipídica (WARPECHOWSKI et al., 2014). Esta mudança no comportamento da curva de calibração de predição para a deposição lipídica foi verificada nos resultados pelo valor do erro sistemático de taxa. Este foi representado pelo  $b_1$  que reduziu seu valor de 1,09 para 0,97 e passou de significativo ( $P=0,04$ ) para não significativo ( $P=0,48$ ), e pelo valor do

NU que também reduziu de 0,06 para 0,01, após o sistema ser calibrado novamente.

A segunda inconsistência foi verificada no estado inicial do perfil animal do INRAPORC<sup>®</sup>, pois as equações do sistema que decompõe o peso vivo inicial em massa protéica e lipídica iniciais, contribuem para a existência de erros sistemáticos de efeito fixo nos resultados.

Estas equações foram propostas por Quinou e Noblet (1995) e reanalisadas por Van Milgen et al. (2008), no trabalho original existia uma equação para cada genótipo, sexo e potenciais de desempenho avaliados dos 15 aos 110 kg de PV. Porém no sistema isto não foi flexibilizado, mantendo uma equação média para todas as situações, a qual deveria também ser ajustada automaticamente durante a calibração do sistema. Além disso, a faixa de peso a qual os animais foram utilizados neste trabalho, foi de 80 a 145 Kg de PV, nesta faixa de peso a o intervalo de erro de massa lipídica inicial na carcaça é maior do que aos 15 kg de PV.

Há autores que defendem o uso de outros modelos para estimar deposição de massa lipídica e protéica em função do peso vivo do animal, ao invés de utilizar o modelo alométrico simples, como o INRAPORC<sup>®</sup>. Schinkel e De Lange (1996), em seu trabalho utilizaram o modelo alométrico expandido após os animais atingirem os 65 kg de peso vivo, o mesmo foi utilizado por Dutra Jr et al (2001) para determinar a curva de crescimento dos tecidos.

Para tentar amenizar este efeito de erro sistemático fixo, foram propostas duas equações de correção da massa lipídica inicial do perfil animal do grupo RE.

A primeira expressa a relação entre o PV real ( $PV_{realAV}$ ) e da massa lipídica estimada pelo INRAPORC<sup>®</sup> ( $ML_{estAV}$ ) para o grupo de animais AV (Equação 1.3).

$$ML_{estAV} = -17,02 + 0,43 * PV_{realAV} \quad (R^2 = 0,997) \quad (1.3)$$

Esta equação corresponde ao procedimento basal corrigido,  $1^p$  ou  $1.1^p$  da tabela 1.5, assim como discutido para a equação 1.2, os diferentes procedimentos de calibração geram diferentes valores dos coeficientes  $a$  e  $b$  (Tabela 1.6).

A segunda corrige o valor da massa lipídica inicial do perfil animal RE ( $MLi_{RE}$ ) dada pelo seu peso vivo inicial (PVi) real, com base na razão entre a massa lipídica inicial estimada para o perfil animal AV ( $MLi_{estAV}$ ), obtida pela entrada do valor do PVi na equação 1.3, e a massa lipídica inicial após a recalibração do sistema ( $MLi_{recalAV}$ ) (Equação 1.4).

$$MLi_{REcorr} = MLi_{RE} * (MLi_{estAV} / MLi_{recalAV}) \quad (1.4)$$

A correção da  $MLi_{RE}$ , reduziu do valor de  $b_0$  da ET de -2,40 para -1,94 mm e o valor de SB de 8,71 para 5,71. Não alterando os valores de  $b_1$  (0,97) e nem de NU (0,01) que estão relacionados aos efeitos de taxa.

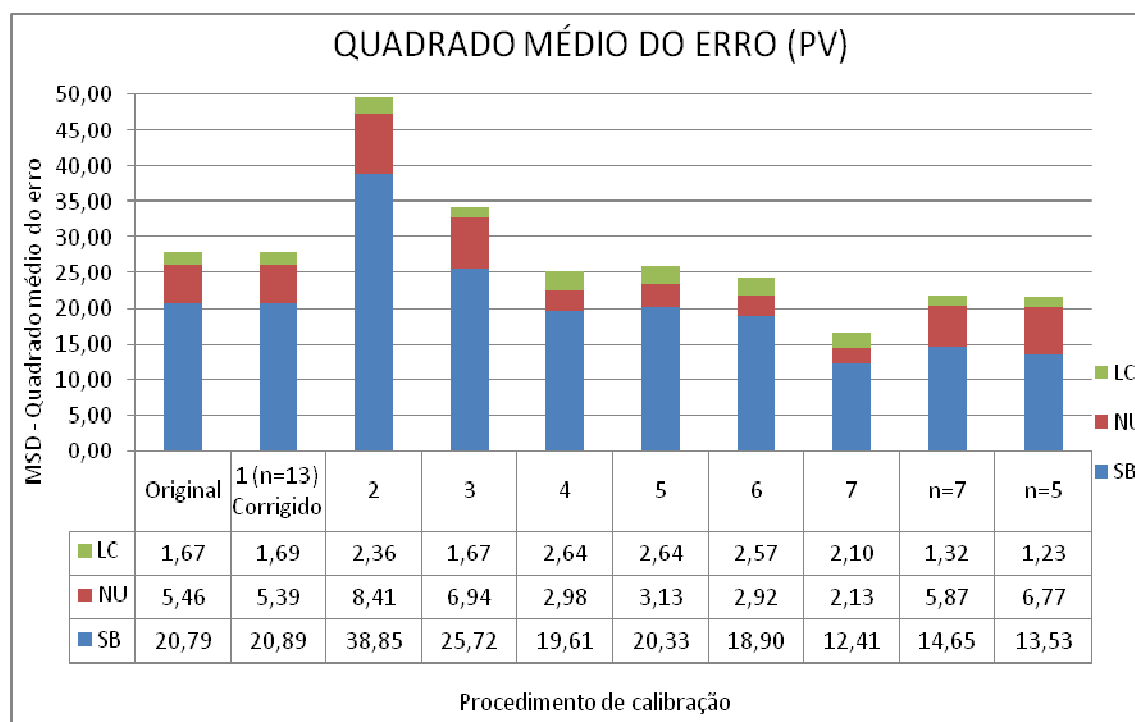
A redução do valor da massa lipídica inicial para o perfil animal RE, pelas correções realizadas, reduziu a superestimação da massa lipídica acumulada no corpo do animal e consequentemente da espessura de toucinho. Alguns ajustes nos valores do estado inicial do animal, para correção de erros sistemáticos de massa lipídica ou protéica, são preconizados pelos autores do INRAPORC® (KLOAREG, 2006 e VAN MILGEN et al., 2008). No Trabalho de Warpechowski et al. (2014), também foi verificado a existência de erros sistemático na massa lipídica.

Mas ainda são necessárias mais correções nos valores simulados de espessura de toucinho, para que os resultados obtidos alcancem um bom nível de exatidão.

### 1.3.2 Procedimento de calibração basal corrigido

Utilizou as correções da massa lipídica, as informações de composição da dieta estimadas, a calibração padrão do sistema e 13 observações das variáveis dependentes da curva de calibração: idade, consumo acumulado de alimento e peso vivo.

Para os dados de peso vivo foi verificado um erro sistemático significativo ( $P < 0,01$ ) caracterizado pelo intercepto de 7,25 kg, apresentando uma tendência do sistema em subestimá-lo. Aliado a este resultado foi observado na análise de decomposição do quadrado médio do erro, que o valor do erro de efeito fixo (SB), respondia por 74,7% do desvio total (Figuras 1.1 e 1.2).



**FIGURA 1.1: DECOMPOSIÇÃO DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA O PESO VIVO.**

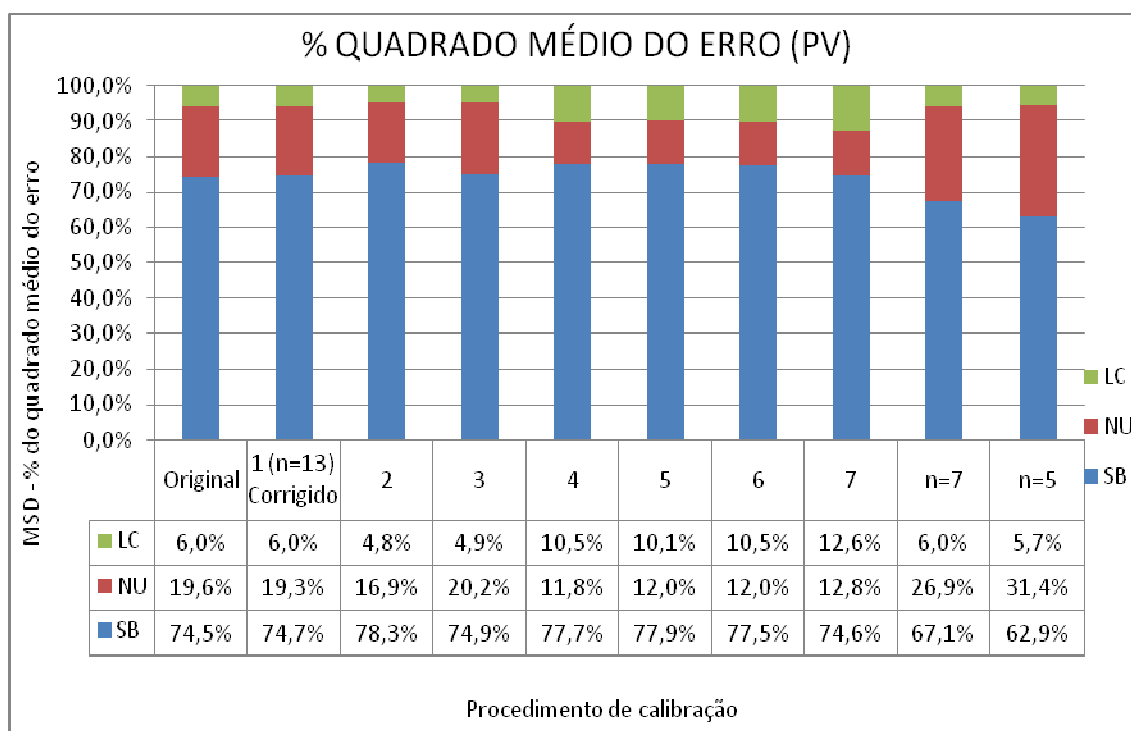
**MSD** – Mean Square Deviation, quadrado médio do erro entre os valores comparados (preditos X reais).

**LC** - Lack Correlation, falta de correlação entre dados preditos e reais, valor ligado diretamente ao  $R^2$ .

**NU** – Nonunity, não unidade do coeficiente de correlação linear ( $b_1$ ), expressa o erro de taxa entre os valores preditos e reais.

**SB** – Squared Bias: Quadrado do desvio, expressa o erro de efeito fixo, ligado ao valor do intercepto ( $b_0$ )

**Eixo X:** Os procedimentos de calibração presentes no eixo X, possuem os valores de  $b_0$ ,  $b_1$  e desvio padrão da estimativa ( $\sigma$ ) em Kg apresentados nas tabelas 1.5, 1.10 e 1.12.

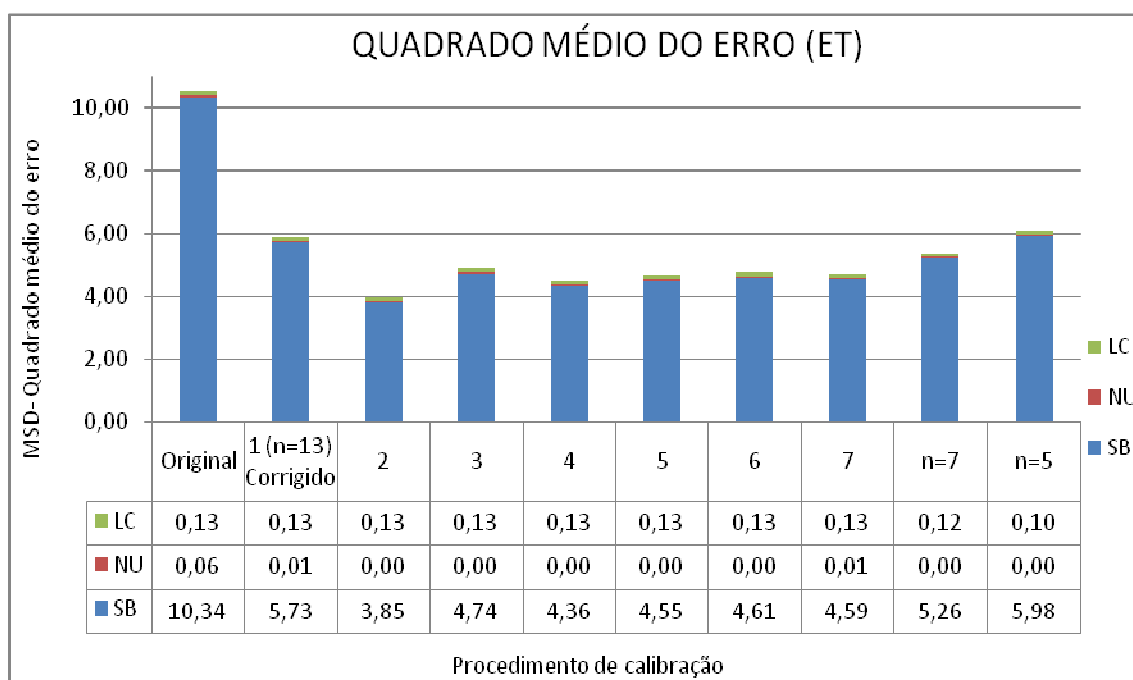


**FIGURA 1.2:** DECOMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA O PESO VIVO.

Para a espessura de toucinho o valor do intercepto também apresentou erro sistemático significativo ( $P < 0,01$ ) de -1,94 mm e demonstrando a tendência do INRAPORC® em superestimar a ET. O valor do SB representou 97,6% do quadrado médio do erro (MSD) (Figuras 1.3 e 1.4).

Por conta deste erro sistemático significativo, o Test-T pareado apresentou diferença significativa ( $P < 0,01$ ) para as 3 médias de espessura de toucinho aos pesos meta de abate 100, 135 e 145 kg de PV, correspondentes a 3, 9 e 11 semanas de teste, resultando em não exatidão entre os dados observados e estimados (Tabela 1.5 Pág 30).

Embora fossem realizadas correções de massa lipídica inicial nos perfis animais do grupo AV e RE, os erros sistemáticos de efeito fixos gerados em função do estado inicial do animal estimado pelo sistema, continuaram a interferir nos resultados.



**FIGURA 1.3:DECOMPOSIÇÃO DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA A ESPESSURA DE TOUCINHO.**

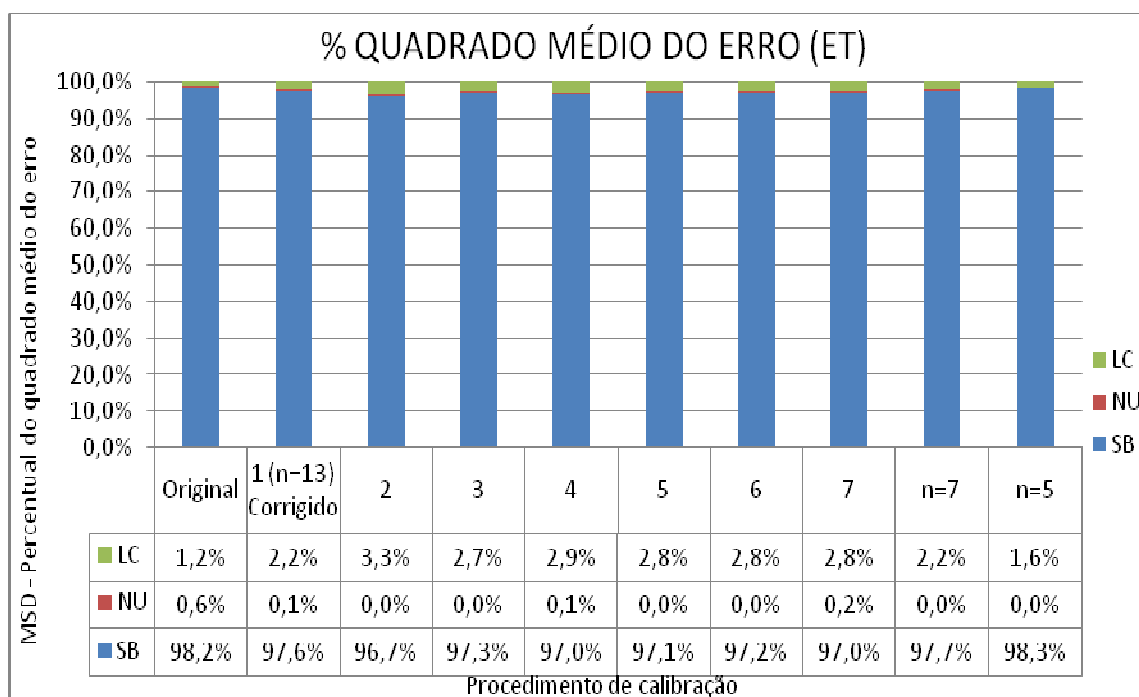
**MSD** – Mean Square Deviation, quadrado médio do erro entre os valores comparados (preditos X reais).

**LC**- Lack Correlation, falta de correlação entre dados preditos e reais, valor ligado diretamente ao  $R^2$ .

**NU** – Nonunity, não unidade do coeficiente de correlação linear ( $b_1$ ), expressa o erro de taxa entre os valores preditos e reais.

**SB** – Squared Bias: Quadrado do desvio, expressa o erro de efeito fixo, ligado ao valor do intercepto ( $b_0$ )

**Eixo X:** Os procedimentos de calibração presentes no eixo X, possuem os valores de  $b_0$ ,  $b_1$  e desvio padrão da estimativa ( $\sigma$ ) em mm apresentados nas tabelas 1.5, 1.10 e 1.12.



**FIGURA 1.4:DECOMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA A ESPESSURA DE TOUCINHO.**

O coeficiente de regressão linear da espessura de toucinho (+0,97), não diferiu de 1,00 ( $P=0,48$ ) e a participação dos erros de taxa (NU) no MSD foram menores que 0,1% demonstrando que a mecanística do sistema para esta situação está adequada aos processos reais de deposição de lipídios

Porém o coeficiente de regressão linear do peso vivo apresentou erro sistemático de taxa significativo ( $P<0,01$ ) no valor de (+0,90), com tendência do INRAPORC<sup>®</sup> de superestimar em 11% os valores de PV ao se utilizar o procedimento de calibração basal corrigido. Aliado a isto, 19,3% do MSD foi influenciado pelo erro de taxa (NU) o qual está associado ao coeficiente de regressão linear que define o comportamento da curva de calibração de predição (Figuras 1.1 e 1.2).

Estes erros de taxas do PV são relativos a processos ou à mecanística do sistema, que agem diariamente sobre o incremento de massa lipídica ou protéica simulados, isto é influenciado pelo valor estimado para a manutenção ou pelos potenciais de deposição protéica e lipídica do animal. No caso da manutenção ela pode ser afetada pelo consumo de alimento, peso vivo, atividade física e potencial de deposição de proteínas (VAN MILGEN et al., 2008), porém o sistema não considera a variação nos valores da manutenção ao longo das fases de crescimento do animal, mantendo um fator de ajuste de manutenção fixo durante todo período de simulação, gerando erros sistemáticos de taxa.

Outro fator não considerado é a influencia da termorregulação sobre a manutenção, a qual apresenta ação sobre a deposição lipídica e protéica (KNAP, 2000). No trabalho realizado por Van Milgen et al.(2005) foi relatado que o valor da manutenção pode geralmente ser subestimada pelo sistema, por conta de uma subestimação das perdas de calor pelos animais. Uma vez que a perda de calor dos animais em câmeras metabólicas pode ser menor do que a dos animais em situações de campo, e isto pode aumentar as estimativas de peso vivo e espessura de toucinho. Bem como uma superestimação em 15% da utilização das reservas corporais pela manutenção para deposição lipídica ou

protéica. Isto faz com que os dados normalmente apresentem taxas superestimando os resultados.

Porém os erros sistemáticos nos coeficientes,  $b_0$  e  $b_1$  para o PV, o erro sistemático de taxa do coeficiente de regressão linear (+0,9) é balanceado pelo do intercepto de +7,25 kg. Isto pode ser verificado pelo valor da falta de correlação entre os dados observados e estimados (LC), representando 6,00% do erro total (Figura 1.2). Porém o ponto de inversão dos erros ocorre aos 72,5 kg de peso vivo, abaixo do peso vivo inicial de 78,5 kg do grupo de animais RE, tornando os erros positivos para a faixa de peso analisada e os valores de PV simulados, superestimados pelo sistema.

Segundo os resultados obtidos pelo Test-T para amostras pareadas, as médias observadas e simuladas nos 3 pesos de abate para o procedimento de calibração basal corrigido, foram similares ( $P=0,13$ ), demonstrando que o sistema apresentou resultados precisos para o peso vivo (Tabela 1.5 Pág 30).

#### 1.3.2.1 Efeito das informações opcionais do módulo de calibração do perfil animal.

As combinações entre as variáveis dependentes da curva de calibração do sistema e os valores reais e estimados de diferentes parâmetros do modelo no modo de calibração avançado geram diferentes resultados e procedimentos de calibração. Ao informar um valor real de um parâmetro do modelo que o sistema poderia estimá-lo, força o mesmo a ter uma solução matricial integrada diferente, interferindo na estimativa dos valores dos outros parâmetros do modelo. Segundo Van Milgen et al., (2008) o sistema por meio de iterações realiza sua calibração, de modo que ao chegar ao menor valor de erro de estimativa dos parâmetros do modelo ele cessa seus cálculos.

Os melhores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para as variáveis dependentes da curva de calibração foram obtidos, pelo procedimento de calibração que obteve todos os parâmetros do modelo estimados pelo sistema,



ou seja, não forneceu nenhum valor real dos parâmetros do modelo, (Tabela 1.7), identificado pelo código 2 na tabela 1.4 Pág 27.

**TABELA 1.7** - COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO ( $R^2$ ) PARA CONSUMO ACUMULADO DE ALIMENTO (CONS. AC.), PESO VIVO (PV) E ESPESSURA DE TOUCINHO (ET), E ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DO MODELO (PM), APÓS A CALIBRAÇÃO DO SISTEMA, SOB DIFERENTES PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO (PC).

| PC caracterizados pelos valores reais dos PM | Variáveis dependentes utilizadas na calibração | $R^2$ (%) | Valores dos PM após calibração |                    |                  |              |                   |                    |
|--|--|-----------|--------------------------------|--------------------|------------------|--------------|-------------------|--------------------|
|  |  |           | IA 100 (MJ EL/d)               | IA 50              | DepMe Prot (g/d) | B gompertz - | MANT -            | PVi (kg)           |
| IA50 (7)                                     | Cons. ac.                                      | 99,69     |                                |                    |                  |              |                   |                    |
|  | PV   | 99,83     | 32,77                          | 19,50 <sup>r</sup> | 134,4            | 0,0144       | 1,003             | 75,70              |
|  | ET   | 97,57     |                                |                    |                  |              |                   |                    |
| MANT1/ IA50 (6)                              | Cons. ac.                                      | 99,69     |                                |                    |                  |              |                   |                    |
|  | PV   | 99,84     | 32,74                          | 19,50 <sup>r</sup> | 135,2            | 0,0148       | 1,00 <sup>p</sup> | 75,40              |
|  | ET   | 97,59     |                                |                    |                  |              |                   |                    |
| IA50/PVi (5)                                 | Cons. ac.                                      | 99,65     |                                |                    |                  |              |                   |                    |
|  | PV   | 99,88     | 32,72                          | 19,50 <sup>r</sup> | 135,3            | 0,0163       | 0,985             | 74,70 <sup>r</sup> |
|  | ET   | 97,5      |                                |                    |                  |              |                   |                    |
| MANT1/ IA50/PVi (4)                          | Cons. ac.                                      | 99,68     |                                |                    |                  |              |                   |                    |
|  | PV   | 99,88     | 32,82                          | 19,50 <sup>r</sup> | 135,9            | 0,0158       | 1,00 <sup>p</sup> | 74,70 <sup>r</sup> |
|  | ET   | 97,56     |                                |                    |                  |              |                   |                    |
| PADRÃO (1 <sup>p</sup> )                     | Cons. ac.                                      | 99,95     |                                |                    |                  |              |                   |                    |
|  | PV   | 99,91     | 34,02                          | 23,84              | 140,9            | 0,0138       | 1,00 <sup>p</sup> | 73,90              |
|  | ET   | -         |                                |                    |                  |              |                   |                    |
| MANT1 (3)                                    | Cons. ac.                                      | 99,95     |                                |                    |                  |              |                   |                    |
|  | PV   | 99,88     | 34,17                          | 24,41              | 143,5            | 0,0137       | 1,00 <sup>p</sup> | 73,10              |
|  | ET   | 98,58     |                                |                    |                  |              |                   |                    |
| NENHUM (2)                                   | Cons. ac.                                      | 99,96     |                                |                    |                  |              |                   |                    |
|  | PV   | 99,79     | 34,19                          | 24,29              | 143,0            | 0,0159       | 0,945             | 71,80              |
|  | ET   | 98,46     |                                |                    |                  |              |                   |                    |

**R<sup>2</sup>**: Coeficiente de determinação do perfil AV, **Padrão**: Procedimento de calibração no modo padrão do sistema, o mesmo não considera a espessura de toucinho variável dependente da curva de calibração; **MANT1**: Valor padrão do fator de ajuste da manutenção fixado em 1,00, **IA50**: Ingestão de alimento aos 50 kg de PV em MJ EL/d, **PVi**: Peso vivo inicial, **NENHUM**: Nenhum parâmetro do modelo com valor real ou padrão, todos foram estimados pelo modelo, **Cons. ac.**: Consumo acumulado de alimento, **PV**: Peso vivo, **ET**: Espessura de toucinho, **IA100**: Valor de ingestão de alimento aos 100 kg de PV em MJ EL/d, **DepMedProt**: Potencial de Deposição média de proteína em g/d, **B<sub>Gompertz</sub>**: Coeficiente de forma da curva de crescimento para função Gompertz que caracteriza o perfil animal, representando a precocidade, **MANT**: Fator de ajuste da manutenção, <sup>r</sup> valores reais ou <sup>p</sup> valores padrão dos parâmetros de desempenho fornecidos para a calibração do sistema.

Para cada procedimento de calibração verificam-se perfis animais com potenciais de desempenho diferentes. Por isso ao calibrar o sistema com os diferentes valores dos parâmetros do modelo foi verificada a variação entre os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para dados das variáveis dependentes da curva de calibração (Tabela 1.7). Os valores de  $R^2$  somente

nos servem de indicativo quanto à qualidade da calibração e consequentemente da determinação do perfil animal AV. Não é necessário obter o melhor  $R^2$  para grupo AV, para se obter as melhores estimativas nas simulações para o grupo RE, pois os indivíduos não serão os mesmos nestes grupos e poderão ter potenciais médios de desempenho distintos.

A seguir foram realizadas algumas caracterizações dos parâmetros de crescimento e consumo de alimento, denominados parâmetros do modelo de calibração do perfil animal:

O peso vivo inicial (PVi) caracteriza o estado corporal inicial do animal e o ponto inicial das simulações, a partir dele o INRAPORC® vai projetar os incrementos diários de massa protéica e lipídica e a utilização da Energia pela manutenção bem como a ingestão de alimentos. Como o sistema é dinâmico o ponto de partida se torna muito importante para todas as estimativas decorrentes (VAN MILGEN, 2008).

O fator de ajuste da manutenção (MANT) é um coeficiente percentual que pode ser utilizado para alterar o valor estimado da manutenção pelo sistema, mas basicamente sua ação se resume à própria manutenção. A importância da manutenção é maior na partição energética, ela desvia parte da Energia Líquida (EL) ingerida pelo animal para a manutenção do organismo, atividade, incremento calórico e termorregulação. Em uma situação de consumo idêntico, um valor maior para este parâmetro significa uma manutenção maior e uma menor deposição protéica e lipídica na carcaça do animal (NOBLET et al., 1999).

No INRAPORC® o crescimento é descrito pela função de Gompertz, o sistema ao ser calibrado estima os valores da precocidade ( $B_{\text{gompertz}}$ ) que é um fator de forma da curva de crescimento, fornecendo a informação se o animal possui um crescimento mais precoce ou tardio. E da deposição média de proteína em gramas por dia (DepMedProt) que fornece a informação de magnitude da curva de crescimento e está relacionada diretamente com o

estado corporal final do animal ou à maturidade (BROSSARD et al., 2006) e determina a partição energética da EL para deposição proteica e lipídica (VAN MILGEN et al., 2008).

A ingestão de alimento aos 100 kg de peso vivo (IA100), seu valor observado foi de 37,52 MJ EL/d, porém o sistema não concluía as calibrações ao fornecer seu valor real. Pois a informação de aporte energético fornecido pelo valor real, neste ponto da curva de consumo, estava muito distante para o sistema poder aproximar por iterações e integrar este consumo aos dados reais de peso vivo e espessura de toucinho. Porém ele caracteriza o consumo e o estado corporal e metabólico do animal à maturidade (BROSSARD et al., 2006).

A ingestão de alimento aos 50 kg de peso vivo (IA50) parametriza o padrão de consumo de alimento pelo animal. Ela possui correlação positiva ( $r=0,40$ ) com a precocidade de crescimento ( $B_{\text{gompertz}}$ ), que por sua vez está fortemente correlacionada ( $r= -0,63$ ) à precocidade ou ao pico da taxa de consumo de alimentos ( $F_{\text{conso}}$ ) (BROSSARD et al., 2006). A IA50 também informa sobre o aporte energético do animal influenciando no ganho de peso vivo médio diário (GPD), na deposição protéica e na lipídica (BROSSARD et al., 2006).

A IA50 possui uma correlação positiva ( $r=0,66$ ) com o GPD e com o peso vivo inicial (PVi) ( $r=0,38$ ), demonstrando que os animais que possuem maior magnitude e ou precocidade de crescimento, sob alimentação à vontade, consomem mais alimento aos 50 kg de PV, apresentando peso vivo inicial mais elevado. Estes resultados obtidos no trabalho de Brossard et al. (2006) foram originados de um conjunto de dados comparando performances entre indivíduos, sob alimentação à vontade.

Porém quando analisamos as correlações entre os valores, destes parâmetros de desempenho relativos a uma série de diferentes procedimentos de calibração do sistema, sob o mesmo fornecimento energético (consumo acumulado de alimento), o comportamento dos dados é diferente.

Os parâmetros de desempenho: IA50, IA100 e DepMedProt apresentaram correlação forte e positiva ( $r \geq 0,99$ ) entre si e estes parâmetros de desempenho apresentaram correlação forte e negativa ( $r \leq -0,88$ ) com o PVi. O MANT apresentou correlação forte e positiva ( $r = 0,75$ ) com o PVi e apresentou correlação média e negativa ( $r \leq -0,42$ ) com os parâmetros de desempenho: IA50, IA100 e DepMedProt (Tabela 1.8).

**TABELA 1.8 - CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS DO MODELO DO PERFIL ANIMAL DO GRUPO DE ANIMAIS SOB MANEJO ALIMENTAR À VONTADE QUE ORIGINARAM OS DIFERENTES PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO.**

| Parâmetros do modelo  | IA100  | IA50   | DepMedProt | B <sub>Gompertz</sub> | MANT  | PVi   |
|-----------------------|--------|--------|------------|-----------------------|-------|-------|
| IA100                 | 1,000  |        |            |                       |       |       |
| IA50                  | 0,999  | 1,000  |            |                       |       |       |
| DepMedProt            | 0,986  | 0,986  | 1,000      |                       |       |       |
| B <sub>Gompertz</sub> | -0,394 | -0,398 | -0,322     | 1,000                 |       |       |
| MANT                  | -0,423 | -0,424 | -0,449     | -0,565                | 1,000 |       |
| PVi                   | -0,883 | -0,880 | -0,917     | -0,068                | 0,746 | 1,000 |

**IA100:** Ingestão de alimento aos 100 kg de PV em MJ EL/d, **IA50:** Ingestão de alimento aos 50 kg de PV em MJ EL/d, **DepMedProt:** Potencial de Deposição média de proteína em g/d, **B<sub>Gompertz</sub>:** Coeficiente de forma da curva da função Gompertz que representa a precocidade crescimento, **MANT:** Fator de ajuste da manutenção, **PVi:** Peso vivo inicial.

Ao utilizar a mesma base de dados do grupo de animais AV (consumo acumulado de alimento, PV e ET) para calibrar o sistema, o INRAPORC<sup>®</sup> mantém o mesmo estado corporal à maturidade e a mesma Energia Líquida (EL) total utilizada para deposição lipídica e protéica (VAN MILGEN et al., 2008). Isto foi confirmado pelos resultados obtidos, o peso vivo inicial que variou de 71,8 a 75,7 kg (CV=1,7%) e a deposição média diária de proteína de 134 a 143 g/dia (CV=2,7%), enquanto que o peso vivo final variou de 147,4 a 150,5 kg (CV=0,7%), e a Energia Líquida utilizada para a deposição protéica e lipídica variou de 1716 a 1722 MJ EL (CV=0,16%).

Foi observada alta correlação ( $r > 0,98$ ) entre os parâmetros de desempenho: ingestão de alimento aos 50 kg de peso vivo (IA50), ingestão de alimento aos 100 kg de peso vivo (IA100) e deposição média diária de proteína (DepMedProt) e destes com o peso vivo inicial (PVi) ( $r > -0,87$ ). Ao utilizar a mesma base de dados do grupo AV (consumo acumulado de alimento, PV e

ET) para calibrar o sistema, o INRAPORC<sup>®</sup> mantém o mesmo estado corporal final à maturidade (VAN MILGEN et al., 2008) e este fato poderia explicar a alta correlação entre estes parâmetros. Desta forma, animais sob regime alimentar à vontade, que apresentem uma baixa ingestão de alimento e consequentemente baixa ingestão de Energia líquida (EL) aos 50 e 100 kg PV apresentarão uma menor DepMedProt ou menor ganho de peso diário, resultando no aumento da estimativa do PVi pelo sistema (Tabela 1.7).

O peso vivo inicial também é influenciado pelo fator de ajuste da manutenção, eles possuem correlação forte e positiva ( $r = 0,75$ ), pois quanto maior o valor da Energia Líquida de manutenção, menos EL estará disponível para deposição lipídica e protéica e maior deverá ser o PVi ou estado corporal inicial do animal, para alcançar um mesmo estado corporal final à maturidade (VAN MILGEN et al., 2008) (Tabela 1.7).

Foram testadas diferentes combinações de parâmetros de desempenho do perfil animal com seus respectivos dados reais e estimados pelo sistema, formando os diferentes procedimentos de calibração analisados. Entre os quais apenas 7 apresentaram solução matricial integrada do sistema e comportamento dos resultados com coerência biológica (LOVATTO, 2003) (Tabela 1.10). Entre os procedimentos de calibração avaliados foi verificado que havia 2 grupos que possuíam alta correlação igual a 1.00 entre seus resultados de erro de predição para o grupo RE (Tabela 1.9).

Para os dados de peso vivo do grupo de animais RE, os procedimentos de calibração que eram formados pela informação real do parâmetro do modelo IA50 (4, 5, 6 e 7), apresentaram erro sistemático de intercepto não significativo ( $P \geq 0,09$ ), e valores variando entre + 4,09 e + 4,68 kg. Enquanto que os demais procedimentos de calibração (1<sup>P</sup>, 2 e 3), apresentaram erros sistemáticos significativos ( $P \leq 0,01$ ) e variaram os valores de seus interceptos entre + 7,25 a + 8,32 kg. Isto concorda com a análise de decomposição de erros, na qual foi verificado que os valores dos erros de efeito fixo (SB) dos procedimentos de

calibração que eram formados pela informação real da IA50 foram menores do que os outros (Tabela 1.10 e Figura 1.1 Pág 35).

O PVi real do grupo RE (78,5kg) foi maior que todos os pesos vivos iniciais estimados pelos procedimentos de calibração para o grupo AV, de 71,8 a 75,7 kg (Tabela 1.7), sendo que os maiores valores foram obtidos pelos procedimentos de calibração com o valor real da IA50. Os valores de Pvi para o perfil animal AV possuem correlação forte e positiva ( $r = 0,60$ ) com a massa protéica inicial do perfil animal RE, o que proporcionou a redução do valor do intercepto para o PV do grupo RE.

**TABELA 1.9 - CORRELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS PARA O GRUPO DE ANIMAIS SOB MANEJO ALIMENTAR RESTRITO, SOB DIFERENTES PROCEDIMENTOS DE CALIBRAÇÃO, CALIBRADOS COM OS VALORES REAIS OU PADRÃO DOS PARÂMETROS DO MODELO QUE OS CARACTERIZAM.**

| Parâmetros do modelo | IA50  | MANT1 /IA50 | PVi/ IA50 | MANT1/ IA50/PVi | PADRÃO | MANT1 | NENHUM |
|----------------------|-------|-------------|-----------|-----------------|--------|-------|--------|
| IA50                 | 1,000 |             |           |                 |        |       |        |
| MANT1/IA50           | 1,000 | 1,000       |           |                 |        |       |        |
| PVi/IA50             | 1,000 | 1,000       | 1,000     |                 |        |       |        |
| MANT1/ IA50/PVi      | 1,000 | 1,000       | 1,000     | 1,000           |        |       |        |
| PADRÃO               | 0,999 | 0,999       | 0,999     | 0,999           | 1,000  |       |        |
| MANT1                | 0,999 | 0,998       | 0,999     | 0,999           | 1,000  | 1,000 |        |
| NENHUM               | 0,997 | 0,998       | 0,998     | 0,998           | 1,000  | 1,000 | 1,000  |

**IA50:** Ingestão de alimento aos 50 kg de PV em MJ EL/d, **MANT1:** Valor do fator de ajuste da manutenção fixado em 1.00, **PVi:** Peso vivo inicial, **Padrão:** Procedimento de calibração no modo padrão do sistema, o mesmo não considera a espessura de toucinho variável dependente da curva de calibração, **NENHUM:** Nenhum parâmetro do modelo com valor real ou padrão, todos foram estimados pelo modelo.

Quanto ao coeficiente de regressão linear dos dados de peso vivo, os erros sistemáticos de taxa foram significativos ( $P \leq 0,01$ ) para todos os procedimentos de calibração, porém os que não eram formados pela informação real da IA50, apresentaram valores entre +0,88 e +0,90. Enquanto os que eram apresentaram valores entre + 0,92 e +0,94 e os menores valores dos erros de taxa (NU) (Tabela 1.10 e Figura 1.1 Pág 35 e 1.2 Pág 36).

**TABELA 1.10** - RESULTADOS DOS TESTES DOS ERROS DE PREDIÇÃO, PARA O EFEITO DAS INFORMAÇÕES OPCIONAIS DO MÓDULO DE CALIBRAÇÃO DO PERFIL ANIMAL ENTRE OS DADOS OBSERVADOS (Y) E ESTIMADOS PELO INRAPORC (X) DE PESO VIVO E ESPESSURA DE TOUCINHO, PARA O GRUPO DE ANIMAIS SOB MANEJO ALIMENTAR RESTRITO, VERIFICANDO A RELAÇÃO ( $B_0=0$  E  $B_1=1$ ) E DECOMPONDO O QUADRADO MÉDIO DO ERRO (MSD) SEGUNDO MÉTODO DE GAUCH (2003).

| Variáveis dependentes | Parâmetros de análise | Procedimento de calibração |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                       |                       | 1 <sup>P</sup>             | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |
| Peso Vivo             | $b_0$                 | 7,25                       | 8,32   | 8,16   | 4,55   | 4,68   | 4,48   | 4,09   |
|                       | $\alpha b_0$          | 0,43%                      | 0,49%  | 0,18%  | 10,71% | 9,82%  | 8,75%  | 10,59% |
|                       | $b_1$                 | 0,90                       | 0,88   | 0,89   | 0,92   | 0,92   | 0,93   | 0,94   |
|                       | $\alpha b_1$          | 0,01%                      | 0,01%  | 0,00%  | 0,48%  | 0,41%  | 0,43%  | 0,66%  |
|                       | SB                    | 20,89                      | 38,85  | 25,72  | 19,61  | 20,33  | 18,9   | 12,41  |
|                       | NU                    | 5,39                       | 8,41   | 6,94   | 2,98   | 3,13   | 2,92   | 2,13   |
|                       | LC                    | 1,69                       | 2,36   | 1,67   | 2,64   | 2,64   | 2,57   | 2,10   |
|                       | $\sigma$              | 5,29                       | 7,04   | 5,86   | 5,02   | 5,11   | 4,94   | 4,08   |
|                       | $\alpha$ T-test       | 12,98%                     | 8,91%  | 12,46% | 8,62%  | 8,56%  | 10,80% | 12,18% |
| Espessura de toucinho | $b_0$                 | -1,94                      | -1,8   | -2,11  | -2,45  | -2,3   | -2,49  | -2,72  |
|                       | $\alpha b_0$          | 0,92%                      | 1,40%  | 0,60%  | 0,28%  | 0,40%  | 0,25%  | 0,15%  |
|                       | $b_1$                 | 0,97                       | 0,99   | 1,00   | 1,02   | 1,01   | 1,02   | 1,03   |
|                       | $\alpha b_1$          | 47,54%                     | 78,84% | 91,57% | 57,99% | 79,05% | 66,11% | 38,47% |
|                       | SB                    | 5,73                       | 3,85   | 4,74   | 4,36   | 4,55   | 4,61   | 4,59   |
|                       | NU                    | 0,01                       | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,01   |
|                       | LC                    | 0,13                       | 0,13   | 0,13   | 0,13   | 0,13   | 0,13   | 0,13   |
|                       | $\sigma$              | 2,42                       | 2,00   | 2,21   | 2,12   | 2,16   | 2,18   | 2,17   |
|                       | $\alpha$ T-test       | 0,16%                      | 0,23%  | 0,14%  | 0,20%  | 0,18%  | 0,17%  | 0,21%  |

$b_0$ : valor do intercepto;  $\alpha b_0$ : Percentual de significância do intercepto, probabilidade do mesmo ser nulo;  $b_1$ : valor do coeficiente de regressão linear,  $\alpha b_1$ : Percentual de significância do coeficiente de regressão linear, probabilidade do mesmo ser igual a 1;  $\sigma$ : Desvio padrão dos resultados entre os dados médios observados e estimados, ele representa o nível de precisão das estimativas do sistema. Seu valor ao quadrado é a variância populacional ou o quadrado médio do erro (MSD- mean square deviation) que segundo o método de decomposição de erros de Gauch (2003) é a soma dos valores de SB, NU e LC; **SB**: “Square bias”, representa o quadrado médio dos erros sistemáticos de efeito fixo, **NU**: “Nonunit slope”, representa o quadrado médio dos erros sistemáticos de taxa; **LC**: “Lack correlation”, representa a falta de correlação entre os dados médios observados e os estimados;  $\alpha$  T- test: Percentual de significância do Teste-T pareado, probabilidade dos pesos vivos simulados e observados ao atingirem os pesos meta de 100, 135 e 145 kg de peso vivo serem iguais, ele representa o nível de exatidão das estimativas do sistema; <sup>P</sup>: Procedimentos de calibração que utilizaram o modo de calibração padrão do sistema.

Possivelmente estas estimativas da DepMedProt, dos procedimentos de calibração com o valor real da IA50, estariam mais próximas do valor real do grupo de animais RE, influenciando na mecanística do sistema da deposição protéica e consequentemente do peso vivo (GPD), reduzindo seus erros de taxa.

Como o sistema foi calibrado pelos dados de desempenho do grupo AV, o procedimento de calibração que obteve todos os parâmetros do modelo

estimados pelo sistema, identificado pelo código (2), apresentou o melhor ajuste para os dados do grupo de animais AV ( $R^2 = 0,996$ ), comparado aos procedimentos de calibração formados pelos dados reais de IA50 ( $R^2 = 0,990$ ) (Tabela 1.7 Pág 40). Isto se deve ao fato que os animais do grupo AV não eram os mesmos indivíduos do grupo RE e ambos os grupos eram formados por apenas 6 animais, apresentando diferença entre seus potenciais médios de desempenho, uma vez que o valor do DepMedProt para o procedimento de calibração 2 (143g/dia) foi maior do que o valor médio dos procedimentos de calibração que apresentaram o valor real da IA50 (135 g/dia).

Segundo o resultado obtido pelo do test-T realizado para todos os procedimentos de calibração, as médias de peso vivo simuladas e observadas às semanas 3, 9 e 11, foram similares ( $P \geq 0,09$ ), apresentando exatidão nos resultados.

Para a espessura de toucinho (ET) todos os procedimentos de calibração apresentaram erros sistemáticos significativos ( $P < 0,02$ ) dos interceptos, nos procedimentos de calibração formados pelos dados reais de IA50 (4, 5, 6 e 7), seus valores variavam entre -2,30 e -2,72 mm e nos outros ( $1^P$ , 2 e 3) de -1,8 a -2,11 mm. Os procedimentos de calibração obtidos pelo modo avançado de calibração, ou seja, os que consideraram os dados observados de ET como variável dependente da curva de calibração do perfil animal, apresentaram redução de 23% nos valores totais dos erros de efeito fixo (SB) em comparação com a calibração no modo padrão do sistema (Figura 1.3 e 1.4, Pág 37). Isto está relacionado ao fato que a mesma não considera a ET observada do grupo AV para o ajuste de seus dados, tendo portanto que ajustar seus valores de massa lipídica com base nos dados de PV e ingestão de Energia Líquida (VAN MILGEN et al, 2008).

Os valores dos coeficientes de regressão linear de todos os procedimentos de calibração ( $1^P$ , 2, 3, 4, 5, 6,e 7) não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,48$ ) do valor 1.00, não apresentando erros sistemáticos de taxa.



Pelo test-T todos os procedimentos de calibração apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre as médias observadas e estimadas das semanas 3, 9 e 11, não obtendo exatidão nestes 3 pares de médias. Esta diferença foi decorrente do erro sistemático do intercepto.

Entre os sete procedimentos de calibração analisados, os melhores resultados de desvio padrão da estimativa ( $\sigma$ ) para a ET não foram originados pelos procedimentos de calibração formados pelo valor real da IA50, que variaram seus valores entre 2,12 e 2,18 mm, o melhor procedimento de calibração foi o (2), que apresentou  $\sigma$  de 2,00 mm. Para o PV ocorreu o contrário, os procedimentos formados pelo valor real da IA50, apresentaram valores de  $\sigma$  entre 4,08 e 5,11 kg, enquanto o procedimento de calibração (2) apresentou valor de 7,04 kg (Tabela 1.10).

Como a DepMedProt determina a partição energética da Energia Líquida (EL) entre deposição proteica e lipídica (VAN MILGEN et al, 2008), e o consumo de EL dos animais do grupo RE foi o mesmo, independentemente dos procedimentos de calibração, o balanço energético entre as partições lipídica e protéica proporcionou menores valores de  $\sigma$  para o PV e maiores valores de  $\sigma$  a ET para os procedimentos de calibração formados pelo valor real de IA50.

As melhores estimativas de peso vivo do grupo de animais RE foram obtidas a partir do procedimento de calibração (7) com a melhor precisão nos resultados com valor do  $\sigma$  igual 4,08 kg. Sua estimativa do fator de ajuste de manutenção (MANT) retornou ao valor de 1.003, isto representa que os animais deste perfil estariam dissipando um pouco mais de energia e depositando menor quantidade de tecido protéico ou lipídico. Já o procedimento de calibração (2) retornou ao valor do MANT para 0.945 e isso significaria menor gasto energético por parte dos animais e maior deposição de tecidos.

Estes resultados podem estar sofrendo efeitos de outros fatores que interferem no balanço energético do animal e que o modelo englobaria os mesmos como manutenção. Por isso, diante destes resultados, pode ser

interessante assumir o valor do fator de ajuste da manutenção em valor 1.00, assim como foi proposto nos procedimentos de calibração (1<sup>P</sup>, 3, 4 e 6) e pelos idealizadores do INRAPORC<sup>®</sup> que o consideram como valor padrão correspondente a 100% da manutenção estimada pelo sistema (VAN MILGEN et al., 2008).

Deste modo ao considerar o fator de ajuste de manutenção em 1.00, o procedimento de calibração que apresentou os melhores resultados para o peso vivo, era formado também pelo valor real da IA50 (19,5 MJ EL/d) e este identificado pelo código (6). Ele apresentou um bom nível de precisão ( $\sigma = 4,94$  kg) e exatidão ( $\alpha$  test-T = 0,11) para o peso vivo estimado próximo aos resultados obtidos pelo (7), além de uma altíssima correlação ( $r = 1.00$ ) entre seus resultados (Tabela 1.9).

O desvio padrão da estimativa ( $\sigma$ ) obtido para o PV referente à calibração padrão do sistema foi maior do que os  $\sigma$  dos procedimentos que utilizaram o valor real da IA50, demonstrando que estes procedimentos alternativos, podem apresentar maior precisão nos seus resultados. Embora o procedimento de calibração padrão (1<sup>P</sup>) não foi o mais preciso entre os dados de ET e PV, apresentou para ET o menor erro sistemático, entre os procedimentos de calibração que mantiveram o fator de ajuste de manutenção igual a 1.00, pois a sua deposição média diária de proteína (DepMedProt) foi maior do que a obtida para o procedimento de calibração 6, Assim a partição energética para deposição protéica foi maior e reduziu as estimativas de ET para o grupo de animais RE.

#### 1.3.2.2 Efeito da informação da composição bromatológica e de aminoácidos da dieta:

Os procedimentos de calibração com os mesmos valores da composição da dieta, analisada ou estimada, não diferiam quanto aos valores

dos erros de predição do grupo RE, independentemente dos valores da composição de aminoácidos serem estimados ou analisados (Tabela 1.11).

**TABELA 1.11** - RESULTADOS DOS TESTES DOS ERROS DE PREDIÇÃO EFEITO DA INFORMAÇÃO DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E DE AMINOÁCIDOS DA DIETA, ENTRE OS DADOS OBSERVADOS (Y) E ESTIMADOS PELO INRAPORC (X) DE PESO VIVO E ESPESSURA DE TOUCINHO, PARA O GRUPO DE ANIMAIS SOB MANEJO ALIMENTAR RESTRITO, VERIFICANDO A RELAÇÃO ( $B_0=0$  E  $B_1=1$ ) E DECOMPONDO O QUADRADO MÉDIO DO ERRO (MSD) SEGUNDO MÉTODO DE GAUCH (2003).

| Variáveis dependentes | Parâmetros de análise | Procedimento de calibração |                  |                  |                  |        |        |        |        |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------|------------------|------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|
|                       |                       | 1.1 <sup>P</sup>           | 1.2 <sup>P</sup> | 1.3 <sup>P</sup> | 1.4 <sup>P</sup> | 6.1    | 6.2    | 6.3    | 6.4    |
| Peso Vivo             | $b_0$                 | 7,25                       | 7,19             | 7,25             | 7,19             | 4,48   | 4,54   | 4,48   | 4,54   |
|                       | $\alpha b_0$          | 0,43%                      | 0,45%            | 0,43%            | 0,45%            | 8,75%  | 10,33% | 8,78%  | 10,33% |
|                       | $b_1$                 | 0,90                       | 0,90             | 0,90             | 0,90             | 0,93   | 0,93   | 0,93   | 0,93   |
|                       | $\alpha b_1$          | 0,01%                      | 0,01%            | 0,01%            | 0,01%            | 0,43%  | 0,46%  | 0,43%  | 0,46%  |
|                       | SB                    | 20,89                      | 20,89            | 20,90            | 20,89            | 18,90  | 18,90  | 18,88  | 18,90  |
|                       | NU                    | 5,39                       | 5,39             | 5,39             | 5,39             | 2,92   | 2,92   | 2,92   | 2,92   |
|                       | LC                    | 1,69                       | 1,69             | 1,69             | 1,69             | 2,57   | 2,57   | 2,57   | 2,57   |
|                       | $\sigma$              | 5,29                       | 5,29             | 5,29             | 5,29             | 4,94   | 4,94   | 4,94   | 4,94   |
|                       | $\alpha$ T-test       | 12,98%                     | 12,96%           | 12,98%           | 12,96%           | 10,80% | 8,92%  | 10,80% | 8,92%  |
| Espessura de toucinho | $b_0$                 | -1,94                      | -1,88            | -1,94            | -1,88            | -2,49  | -2,37  | -2,49  | -2,37  |
|                       | $\alpha b_0$          | 0,92%                      | 1,08%            | 0,92%            | 1,08%            | 0,25%  | 0,34%  | 0,25%  | 0,34%  |
|                       | $b_1$                 | 0,97                       | 0,97             | 0,97             | 0,97             | 1,02   | 1,01   | 1,02   | 1,01   |
|                       | $\alpha b_1$          | 47,54%                     | 41,40%           | 47,54%           | 41,41%           | 66,11% | 73,22% | 65,78% | 73,21% |
|                       | SB                    | 5,73                       | 5,73             | 5,71             | 5,73             | 4,61   | 4,61   | 4,63   | 4,61   |
|                       | NU                    | 0,01                       | 0,01             | 0,01             | 0,01             | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
|                       | LC                    | 0,13                       | 0,13             | 0,13             | 0,13             | 0,13   | 0,13   | 0,13   | 0,13   |
|                       | $\sigma$              | 2,42                       | 2,42             | 2,42             | 2,42             | 2,18   | 2,18   | 2,18   | 2,18   |
|                       | $\alpha$ T-test       | 0,16%                      | 0,17%            | 0,16%            | 0,17%            | 0,17%  | 0,18%  | 0,17%  | 0,18%  |

**$b_0$** : valor do intercepto;  **$\alpha b_0$** : Percentual de significância do intercepto, probabilidade do mesmo ser nulo;  **$b_1$** : valor do coeficiente de regressão linear,  **$\alpha b_1$** : Percentual de significância do coeficiente de regressão linear, probabilidade do mesmo ser igual a 1;  **$\sigma$** : Desvio padrão dos resultados entre os dados médios observados e estimados, ele representa o nível de precisão das estimativas do sistema. Seu valor ao quadrado é a variância populacional ou o quadrado médio do erro (MSD-mean square deviation) que segundo o método de decomposição de erros de Gauch (2003) é a soma dos valores de SB, NU e LC; **SB**: “Square bias”, representa o quadrado médio dos erros sistemáticos de efeito fixo, **NU**: “Nonunit slope”, representa o quadrado médio dos erros sistemáticos de taxa; **LC**: “Lack correlation”, representa a falta de correlação entre os dados médios observados e os estimados;  **$\alpha$  T-test**: Percentual de significância do Teste-T pareado, probabilidade dos pesos vivos simulados e observados ao atingirem os pesos meta de 100, 135 e 145 kg de peso vivo serem iguais, ele representa o nível de exatidão das estimativas do sistema; <sup>P</sup>: Procedimentos de calibração que utilizaram o modo de calibração padrão do sistema.

Isto porque o sistema baseia-se na composição bromatológica da dieta (Proteína bruta, Extrato etéreo, amido, açúcares, fibras e resíduo) para estimar os valores energéticos da mesma (NOBLET et al, 1994 e VAN MILGEN et al., 2008).

Os valores da composição de aminoácidos não influenciaram nas estimativas, possivelmente porque os aminoácidos não estavam presentes na dieta em níveis limitantes ou marginais, fazendo com que não interferissem nos resultados, além de que seus níveis analisados e estimados estavam próximos (Tabela 1.2, Pág 23).

Sob o modo de calibração padrão ( $1^p$ ), a informação da dieta com composição bromatológica analisada (dieta analisada), caracterizou os procedimentos de calibração  $1.2^p$  e  $1.4^p$ . Estes procedimentos de calibração apresentaram em seus resultados, interceptos significativos ( $P \leq 0,01$ ), para o peso vivo (7,19 kg) e espessura de toucinho (-1,88 mm). Os procedimentos de calibração ( $1.1^p$  e  $1.3^p$ ) que possuíam a composição bromatológica da dieta estimada (dieta estimada), também apresentaram resultados com interceptos significativos ( $P \leq 0,01$ ), para o peso vivo (7,25 kg) e espessura de toucinho (-1,94 mm), com valores maiores do que os da dieta estimada (Tabela 1.11).

Para o peso vivo, sob o modo de calibração padrão, foi verificado erro sistemático de taxa significativo do coeficiente de regressão linear ( $P \leq 0,01$ ), porém seu valor manteve-se o mesmo (0,90) independentemente se a dieta fosse analisada ou estimada. O mesmo ocorreu para a espessura de toucinho que não apresentou coeficiente de regressão linear significativo ( $P \geq 0,41$ ) e manteve para todos os procedimentos de calibração, o mesmo valor (+0,97). Quanto ao  $\sigma$  e o  $\alpha$  T- Test, todos os procedimentos de calibração apresentaram valores próximos com o mesmo nível de precisão exatidão nos resultados, tanto para o peso vivo quanto para a espessura de toucinho (Tabela 1.11).

A densidade energética entre as informações das composições bromatológicas das dietas eram diferentes, para a dieta estimada foi de 10,2 MJ EL/ kg na matéria natural (MN) e para a dieta analisada foi de 10,3 MJ EL/ kg na MN. A dieta com menor densidade de Energia estava limitando a deposição protéica em 20g e reduzindo as estimativas do peso vivo, porém uma dieta de densidade energética um pouco maior, proporcionou maior deposição protéica e a redução de 60g, no valor do intercepto. Como a Energia é o primeiro fator limitante para a deposição de proteínas (VAN MILGEN et al.,

2005), logo o incremento de um pouco mais de Energia Líquida em situação limitante favoreceu o aumento deposição protéica. Os principais elementos que auxiliaram a elevação da Energia Líquida por kilograma de dieta foram: a Proteína Bruta, Amido e açúcares.

Entre as diferenças das composições bromatológicas analisadas ou estimadas para a dieta (Tabela 1.2 Pág 23), o percentual de proteína bruta (PB) aumentou 5,22% na dieta analisada (PB=15,52%) em comparação com a estimada (PB=14,75%). Isto elevou a quantidade de proteína disponível por kilograma de dieta e foi responsável por 53% da elevação da Energia líquida do sistema. Os níveis de amido somados aos de açúcares aumentou de 52,6% na dieta estimada para 53,1% na dieta analisada, contribuindo com 45% da elevação da Energia Líquida. Os aumentos nos níveis de Proteína e de Energia de fácil assimilação pelo organismo auxiliaram também no aumento da estimativa de deposição protéica, e consequentemente, de peso vivo pelo sistema, uma vez que o aumento da Energia e Proteína de forma balanceada favorece os incrementos de deposição protéica ( NOBLET et al., 1999).

Os valores de espessura de toucinho foram pouco afetados, isto pode ser conseqüência do incremento da necessidade de Energia Líquida para manutenção em 0,6%. Como a manutenção também é afetada em parte pela deposição protéica (VAN MILGEN et al., 2008), logo o aumento na deposição de proteínas causou um leve aumento no uso de Energia Líquida pela Manutenção e com isso o incremento energético não foi repassado para a deposição lipídica.

Não foram observadas diferenças significativas entre os resultados dos procedimentos de calibração, utilizando informações das composições bromatológicas de dietas estimadas pelo sistema ou analisadas em laboratório. Os 4 procedimentos de calibração (1.1<sup>p</sup>, 1.2<sup>p</sup>, 1.3<sup>p</sup> e 1.4<sup>p</sup>) apresentaram os mesmos valores de desvio padrão da estimativa ( $\sigma$ ) para PV (5,29 kg) e ET (2,42 mm) e resultados exatos para o PV, verificado nos valores do  $\alpha$  do Test - T para as médias das semanas 3, 9 e 11 do experimento.

Para a calibração no modo avançado (6), foi utilizado o valor real da IA50, que corresponde a valor de 1,912 kg de ração/dia, porém este valor foi multiplicado à densidade energética da dieta, para os procedimentos com a dieta estimada, o valor obtido foi de 19,50 MJ EL/dia e para os procedimentos com a dieta analisada de 19,64 MJ EL/dia.

Sob o modo avançado de calibração todos os coeficientes de regressão lineares para o peso vivo foram significativos ( $P < 0,01$ ) e apresentaram valor igual a (0,93) independentemente se a composição bromatológica da dieta foi analisada ou estimada. Os procedimentos de calibração com informação da composição bromatológica analisada (6.2 e 6.4) apresentaram interceptos de 4,54 kg e os com informação estimada (6.1 e 6.3) apresentaram interceptos de 4,48 kg, todos eles foram não significativos ( $P \geq 0,09$ ).

As pequenas diferenças entre os valores de intercepto para peso vivo (60g) foram afetadas principalmente pelos valores das massas protéicas iniciais do perfil animal do grupo de animais RE. Os perfis animais que utilizaram os valores estimados da composição bromatológica da dieta possuíam 60 g de massa protéica a mais, dos perfis animais que utilizaram os valores analisados.

Para a espessura de toucinho todos os procedimentos de calibração apresentaram interceptos significativos ( $P < 0,01$ ) de valor -2,37 mm para a dieta com composição bromatológica analisada e de -2,49 mm para a estimada. Quanto aos coeficientes de regressão linear todos não foram significativos ( $P \geq 0,66$ ) e com valor de (1,02) para dieta estimada e de (1,01) para dieta analisada.

Os interceptos da espessura de toucinho sofreram influência principalmente das massas lipídicas iniciais dos perfis animais. As massas lipídicas iniciais dos procedimentos de calibração das dietas estimadas foram maiores (15,0 kg) do que as massas lipídicas iniciais dos procedimentos de calibração das dietas analisadas (14,7 kg), esta diferença resultou na redução da superestimativa da ET em 0,1 mm.

A diferença de densidade energética entre as dietas, estimadas e analisadas, foram direcionadas às estimativas dos parâmetros do modelo de calibração do perfil animal. Estes influenciaram nos estados iniciais dos animais e nos padrões de consumo e crescimento, bem como nas partições energéticas para deposição dos tecidos (BROSSARD, 2006).

Como a Energia líquida (EL) é uma das forças que regem o sistema (VAN MILGEN et al., 2008), e as composições bromatológicas dos alimentos são convertidos em EL (NOBLET, 1999). Baseando-se em fluxo energético a calibração do sistema estima os parâmetros do modelo em função da transformação, da quantidade de alimento consumido e dos tecidos corporais depositados, obtidos pelos valores de PV e ET, em um saldo total de energia líquida e deste modo o sistema estima o ponto inicial e a forma como a energia é utilizada ao longo da simulação até à maturidade do animal (VAN MILGEN et al., 2008).

### 1.3.3 Avaliação entre os procedimentos de calibração:

De modo geral, o procedimento de calibração (7) foi superior aos originados no modo de calibração avançado e ao obtido pelo modo de calibração basal corrigido ( $1^P$ ) ou padrão. As informações adicionadas ao procedimento de calibração basal apresentaram melhorias de precisão para as estimativas de PV e ET. Isto demonstra que os procedimentos calibração alternativos à calibração padrão do sistema, obtidos no modo de calibração avançado, podem apresentar resultados superiores quanto à precisão e ou a exatidão e que a obtenção dos valores reais de algumas informações de entrada podem ser justificadas. Neste caso, as informações que fizeram diferença nos resultados foram a ET obtida por ultrassonografia e o valor da ingestão de alimentos aos 50 kg de PV.

Entre os procedimentos de calibração apresentados na Tabela 1.10, o (7) se mostrou superior. Mas por não ter o fator de ajuste de manutenção fixado em 1.00 e podendo neste quesito apresentar vieses, a segunda opção foi adotar o procedimento de calibração (6), que possui o fator de ajuste de manutenção fixado em 1.00, como o melhor entre os testados. Estes resultados foram os melhores para a situação específica do experimento de Pierozan (2014), considerando as condições: genéticas, nutricionais, e ambientais as quais os animais possuíam ou estavam submetidos.

Mas quando não existe a possibilidade de realizar a validação ou há poucas informações sobre a população a ser simulada é aconselhável utilizar modo de calibração padrão do sistema.

#### 1.3.4 Efeito do número de observações das variáveis dependentes da curva de calibração

Para esta análise foi utilizado o modo de calibração padrão gerando 3 procedimentos de calibração:  $n = 13$ ;  $n = 7$  e  $n = 5$  observações das variáveis dependentes da curva de calibração. Os resultados das análises podem ser visualizados na Tabela 1.12.

Para os dados de peso vivo os diferentes números de observações proporcionaram erros sistemáticos significativos ( $P < 0,03$ ) caracterizados pelo valor do intercepto, com amplitude de + 7,25 a + 7,60 kg.

Aliado a este resultado, foi observado que nas análises de decomposição de erros, dos procedimentos de calibração ( $n=13$ ), ( $n=7$ ) e ( $n=5$ ), pelo método proposto por Gauch et al. (2003), ocorreu uma redução do MSD a partir do procedimento de calibração com maior número de observações para o de menor número (Figura 1.1 Pág 35), esta redução foi



influenciada principalmente pelos erros sistemáticos de efeito fixo (SB) (Figura 1.2 Pág 36).

**TABELA 1.12** - RESULTADOS DOS TESTES DOS ERROS DE PREDIÇÃO EFEITO DO NÚMERO DE OBSERVAÇÕES DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES DA CURVA DE CALIBRAÇÃO, ENTRE OS DADOS OBSERVADOS (Y) E ESTIMADOS PELO INRAPORC (X) DE PESO VIVO E ESPESSURA DE TOUCINHO, PARA O GRUPO DE ANIMAIS SOB MANEJO ALIMENTAR RESTRITO, VERIFICANDO A RELAÇÃO ( $B_0=0$  E  $B_1=1$ ) E DECOMPONDO O QUADRADO MÉDIO DO ERRO (MSD) SEGUNDO MÉTODO DE GAUCH (2003).

| Variáveis dependentes | Parâmetros de análise | Procedimento de calibração |                  |                  |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------|------------------|------------------|
|                       |                       | n=13 <sup>P</sup>          | n=7 <sup>P</sup> | n=5 <sup>P</sup> |
| Peso Vivo             | $b_0$                 | 7,25                       | 7,60             | 7,27             |
|                       | $\alpha b_0$          | 0,43%                      | 2,78%            | 0,40%            |
|                       | $b_1$                 | 0,90                       | 0,90             | 0,90             |
|                       | $\alpha b_1$          | 0,01%                      | 0,52%            | 0,01%            |
|                       | SB                    | 20,89                      | 14,65            | 13,53            |
|                       | NU                    | 5,39                       | 5,87             | 6,77             |
|                       | LC                    | 1,69                       | 1,32             | 1,23             |
|                       | $\sigma$              | 5,29                       | 4,67             | 4,64             |
|                       | $\alpha$ T-test       | 12,98%                     | 17,08%           | 16,00%           |
| Espessura de toucinho | $b_0$                 | -1,94                      | -2,07            | -2,61            |
|                       | $\alpha b_0$          | 0,92%                      | 5,28%            | 6,44%            |
|                       | $b_1$                 | 0,97                       | 0,99             | 1,01             |
|                       | $\alpha b_1$          | 47,54%                     | 79,62%           | 86,44%           |
|                       | SB                    | 5,73                       | 5,26             | 5,98             |
|                       | NU                    | 0,01                       | 0,00             | 0,00             |
|                       | LC                    | 0,13                       | 0,12             | 0,10             |
|                       | $\sigma$              | 2,42                       | 2,32             | 2,46             |
|                       | $\alpha$ T-test       | 0,16%                      | 0,14%            | 0,13%            |

**$b_0$** : valor do intercepto;  **$\alpha b_0$** : Percentual de significância do intercepto, probabilidade do mesmo ser nulo;  **$b_1$** : valor do coeficiente de regressão linear,  **$\alpha b_1$** : Percentual de significância do coeficiente de regressão linear, probabilidade do mesmo ser igual a 1;  **$\sigma$** : Desvio padrão dos resultados entre os dados médios observados e estimados, ele representa o nível de precisão das estimativas do sistema. Seu valor ao quadrado é a variância populacional ou o quadrado médio do erro (MSD- mean square deviation) que segundo o método de decomposição de erros de Gauch (2003) é a soma dos valores de SB, NU e LC; **SB**: “Square bias”, representa o quadrado médio dos erros sistemáticos de efeito fixo, **NU**: “Nonunit slope”, representa o quadrado médio dos erros sistemáticos de taxa; **LC**: “Lack correlation”, representa a falta de correlação entre os dados médios observados e os estimados;  **$\alpha$  T- test**: Percentual de significância do Teste-T pareado, probabilidade dos pesos vivos simulados e observados ao atingirem os pesos meta de 100, 135 e 145 kg de peso vivo serem iguais, ele representa o nível de exatidão das estimativas do sistema; <sup>P</sup>: Procedimentos de calibração que utilizaram o modo de calibração padrão do sistema. **n=13, n=7, n=5**: Procedimento de calibração padrão com 13, 7 e 5 observações das variáveis dependentes da curva de calibração.

Quanto aos coeficientes de regressão linear todos apresentaram o valor de + 0,9 kg, com erro sistemático de taxa significativo ( $P<0,01$ ). Na decomposição dos erros foi verificado que independente do número de dados o erro influenciado pela taxa (NU) se manteve próximo para o peso vivo (Figura

1.1 Pág 35) e participa em 19,3% no quadrado médio do erro (MSD) (Figura 1.2 Pág 36).

Quanto aos resultados do test-T para amostras pareadas, apontaram que as médias observadas e simuladas nos 3 pesos de abate em cada procedimento de calibração foram similares ( $P \geq 0,13$ ), demonstrando que o sistema apresentou resultados precisos para o peso vivo.

O valor do desvio padrão da estimativa ( $\sigma$ ) apresentou redução do valor progressivamente do procedimento de calibração de maior número de observações (5,29 kg) para o de menor (4,64 kg), influenciado pelos erros de efeito fixo (SB) de 20,89 e 13,53 respectivamente.

Já para a espessura de toucinho, os valores dos interceptos apresentam erros sistemáticos superestimados, que variaram de -2,61 a -1,94 mm. Mas somente o procedimento de calibração com 13 observações obteve erro sistemático significativo ( $P \leq 0,01$ ) em -1,94 mm. Quanto aos quadrados médios do erro (MSD) dos procedimentos de calibração os resultados apresentados foram muito próximos e o erro de efeito fixo (SB) representou 97,6% do total (Figuras 1.3 e 1.4, Pág 37).

Quanto ao coeficiente de regressão linear da espessura de toucinho, os mesmos variaram entre +1,01 e +0,97, não apresentando nenhum deles diferença significativa ( $P > 0,48$ ) para o valor de 1,00. A participação dos erros de taxa (NU) no MSD foram menores que 0,1% demonstrando que a mecânica do sistema para esta situação está adequada aos processos reais de deposição de lipídios.

O Test-T apresentou diferença significativa para as 3 médias pareadas de espessura de toucinho, resultando em não exatidão entre os dados observados e estimados, portanto não similares ( $P \leq 0,01$ ).

Para a espessura de toucinho foi verificado que o aumento no número de observações proporcionou valores mais consistentes para os coeficientes de regressão, principalmente para o intercepto que o tornou significativo com um maior número de observações ( $P \leq 0,01$ ). Isto se deve pelo fato que a resposta da deposição lipídica é mais rápida ou pontual e sofre efeitos de níveis nutricionais e de estresses ambientais, como por exemplo a temperatura (LIMA, 2012). Intervalos de tempo menores entre as coletas de dados

conseguem explicá-la melhor, já para o peso vivo que também considera a deposição protéica e a retenção hídrica (KLOAREG et al., 2006), isto pode não ocorrer, e intervalos curtos e longos podem ter o mesmo efeito.

A dinâmica da deposição protéica é diferente da lipídica e a disponibilidade de aminoácidos, suprimindo pequenos déficits em certos períodos, pode ser obtida por estoques momentâneos de proteínas estruturais nos tecidos de alto turn-over como: fígado, intestino delgado e até em pools de aminoácidos no sangue (VAN MILGEN et al., 2001), desta forma o potencial de deposição protéica é mantido, sob restrição alimentar não severa (BERTOL et al., 2001), sem sofrer efeitos esporádicos, podendo ser mensurado a qualquer momento.

#### 1.4 CONCLUSÃO

A correção realizada nos valores da massa lipídica apresentou melhorias no nível de exatidão da estimativa da espessura de toucinho.

Para o perfil genético e nutricional da população estuda recomenda-se a utilização do procedimento de calibração (6), o mesmo apresentou-se como um dos melhores entre os testados, apresentando exatidão nos dados de PV e maior precisão nos dados simulados de PV e ET.

Estas melhorias nas simulações dos resultados, utilizando procedimentos de calibração obtidos no modo de calibração avançado, justificam a obtenção de valores reais de alguns parâmetros do modelo do perfil animal e das variáveis dependentes da curva de calibração.

Mas em situações nas quais existam poucas informações sobre uma população a ser aplicado um manejo nutricional, ou para validar as calibrações do INRAPORC<sup>®</sup>, é aconselhável utilizar o modo de calibração padrão.

Um maior número de observações para calibrar o sistema proporciona obtenção de valores de desvios de efeito fixo mais consistentes para a ET.

## 1.5 REFERÊNCIAS

BERTOL, T. M. et al., Efeito do Peso do Suíno em Terminação ao Início da Restrição Alimentar sobre o Desempenho e a Qualidade da Carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V 30, n.2, p 417-424. 2001.

BROSSARD, L. et al., Analyse des relations entre croissance et ingestion à partir de cinétiques individuelles: implications dans la définition de profils animaux pour la modélisation. **Journées Recherche Porcine**, V 38, p 217-224. 2006.

DUTRA JR. et al., Estimativa de rendimentos de cortes comerciais e de tecidos de suínos em diferentes pesos de abate pela técnica de ultra sonografia em Tempo Real. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V.30, p.1243-1250, 2001.

GAUCH, H.G et al., Model evaluation by comparison of model-based predictions and measured values. **Agronomy Journal**. V.95, p.1442–1446, 2003.

KLOAREG, M. et al., Estimation of whole body lipid mass in finishing pigs. **Animal Science**. V 82, p 241-251. 2006.

LIMA, A. N., Níveis de Lisina digestível e relações Treonina:Lisina digestíveis em rações para suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos. 46f. (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

JUDICE, M.G. et al., Avaliação do coeficiente de variação na experimentação com suínos. **Ciencia e Agrotecnologia**, V 23, n.1, p 170-173. 1999.

KNAP, P.W., Stochastic simulation of growth in pigs: relations between body composition and maintenance requirements as mediated through protein turnover and thermoregulation. **Animal Science**, V 71, p 11-30. 2000.

LOVATO, G. D. et al., Utilização do modelo InraPorc® no ajuste de programas nutricionais para suínos em crescimento e terminação: características de carcaça. XXIV Congresso brasileiro de Zootecnia, Vitória- ES, 2014.

LOVATTO, P. A., Princípios de modelagem e sua aplicação no estudo de cadeias de produção agrícola. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. 2003.

MINISTERIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. (2000) **Instrução normativa n.22**. Disponível em: <http://www.sfdk.com.br/imagens/lei/Inst%20Norm%2022%20-%20ANEXO%20III.htm>. Acessado em 25.04.2015.

MONTEIRO, A. N. T. R., Avaliação de programas nutricionais com redução do nível de proteína bruta e fósforo total da dieta para suínos nas fases de crescimento e terminação. 78f. (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

NOBLET, J. et al., Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. **Journal Animal Science**. V 72. p 344-354. 1994.

NOBLET, J. et al., Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in growing pigs: effects of sex and genotype. *Journal Animal Science*. V 77. p 1208-1216. 1999.

PIEROZAN, E.A., Avaliação e predição da excreção de nutrientes na terminação de suínos pesados. 97f. (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

QUINIOU, N. e NOBLET, J., Prediction of tissular body composition from protein and lipid deposition in growing pigs. **Journal Animal Science**. V 73. p 1567-1575. 1995.

ROSSI, C.A. et al. Dietas ajustadas para suínos através do modelo INRAPORC®: desempenho, características de carcaça e impacto econômico. **Ciência Rural**, V 43, n 4, p 689-695, 2013.

SCHINKEL, A.P.; DE LANGE, C.F., Characterization of growth parameters needed as inputs for pig growth models. **Journal Animal Science**. V 74. p 2021-2036. 1996.

VAN MILGEN et al., Energetic Efficiency of Starch, Protein and Lipid Utilization in Growing Pigs. **The Journal of nutrition**. p 1309 – 1318, 2001.

VAN MILGEN, J. et al., InraPorc: un modèle pour analyser les performances et évaluer les stratégies alimentaires chez le porc en croissance. **Journées Recherche Porcine** . V 37. p 291-298. 2005.

VAN MILGEN, J. et al., InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**. V 143. p 387-405. 2008.

WARPECHOWSKI, M. B. et al., Evaluation du modèle nutritionnel InraPorc pour un système de finition de porcs lourds du sud du Brésil. **Journées Recherche Porcine**. V 46. p 133-134. 2014.

## **CAPÍTULO 02. CORREÇÃO DOS RESULTADOS PREDITOS PELO INRAPORC® PARA APLICAÇÃO A UM SISTEMA COMERCIAL DE TERMINAÇÃO DE SUÍNOS**

**RESUMO** - O INRAPORC® é um sistema de modelos mecanicista, dinâmico e determinista. O seu uso em sistemas comerciais de produção pode ser restringido pelo fato que o mesmo necessita de informações de desempenho de animais sob alimentação à vontade, e este manejo alimentar utilizado em todos os sistemas de produção. Por isso é interessante verificar se a calibração do INRAPORC® baseada em um pequeno grupo de animais sob manejo alimentar à vontade (AV) é capaz de simular a cinética média de uma população maior e de gerar equações de correção de dados simulados de peso (PV) e espessura e toucinho (ET). As análises foram realizadas confrontando os dados simulados pelo INRAPORC com os observados, sob o teste da curva de calibração ( $b_0=0$  e  $b_1=1$ ). A curva de calibração da predição obtida pela validação do sistema para ET apresentou erro sistemático de 2,37mm e após correção nos valores de ET a calibração do sistema baseada num grupo laboratorial de animais AV foi aplicável a um sistema comercial de terminação de suínos. Também foi verificado se 8 médias reais de PV e ET poderiam ser contidas nos intervalos de confiança de médias simuladas pelo sistema ou corrigidas com base nas curvas de calibração de PV e ET. As médias reais de PV foram contidas 100% no intervalo de confiança das médias simuladas pelo INRAPORC®, sem necessidade de serem corrigidas, e as médias simuladas de ET foram contidas 78,5%, nos intervalos de confiança das médias corrigidas, validando o procedimento de correção dos valores simulados de ET que pode ser aplicável à populações comerciais.

**Palavras-chave:** Validação de calibração, erro sistemático, procedimento de correção de simulações.

## CHAPTER 02. CORRECTION OF RESULTS PREDICTED BY INRAPORC® FOR APPLICATION TO COMMERCIAL SYSTEM OF FINISHING SWINE

**ABSTRACT** - The INRAPORC® is a system of models mechanistic, dynamic and deterministic. Its use in commercial production systems may be restricted by the fact that it requires performance information of animals under ad libitum feeding, which this feeding management is not used in all production systems. So it is interesting to verify that the calibration of INRAPORC® based on a small group of animals under ad libitum feeding management (AL) is able to simulate the average kinetic of a larger population and generate simulated data correction equations of body weight (BW) and backfat thickness (BT). The analyzes were performed comparing the data simulated by INRAPORC® with observed, under the calibration curve of the test ( $b_0 = 0$  and  $b_1 = 1$ ). The calibration curve obtained by prediction system validation for ET showed systematic error 2.37mm and after correction in ET values system calibration based on a laboratory group of AV animals was applicable to a trading system of pigs termination. Also was checked if 8 reals averages of BW and BT could be contained in the average confidence intervals simulated by the system or correct based on BW and BT calibration curves. Reals averages of BW were contained 100% in average confidence interval of the average simulated and the BT were contained 78.5% in the average confidence intervals of the corrected average, validating the correction procedure of BT simulated values that may be applicable to commercial populations.

**Keywords:** Validation of calibration, systematic error, correction procedure of simulations.



## 2.1 INTRODUÇÃO

O sistema de modelos denominado INRAPORC<sup>®</sup> é um programa desenvolvido e distribuído pelo Institute National de La Recherche Agronomique, Unité Mixte de Recherches Systèmes d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine - INRA UMR SENAH da França , que utiliza banco de dados da Associação Francesa de Zootecnia - AFZ.

O INRAPORC<sup>®</sup> é um modelo mecanicista que considera em suas simulações alguns processos fisiológicos dos animais, podendo estes serem ao nível de tecido, célula ou molécula. Ele é dinâmico e determinista apresentando os resultados de necessidades nutricionais e de desempenho do animal ao longo do tempo para um único animal (LOVATTO & SAUVANT, 2001).

Como nas produções comerciais de suínos os animais são submetidos a diferentes estratégias nutricionais, é interessante o uso de um modelo mecanicista por possuir uma característica flexível, para realizar simulações da resposta dos animais e necessidades nutricionais sob uma variada gama de condições (HAUSCHILD, 2010).

Para utilizar o INRAPORC<sup>®</sup> é necessário calibrá-lo com dados de uma população de animais sob manejo alimentar à vontade que expresse todo seu potencial (VAN MILGEN et al., 2008). Mas nas granjas comerciais este manejo não é realizado em larga escala, então é necessário calibrar o sistema com dados de um número pequeno de animais, em situação laboratorial, para poder simular os outros lotes de maior tamanho. Nesse processo podem ocorrer erros de previsão em função de variações genéticas, de indivíduos e ambientais entre uma população e outra (POMAR et al., 2003). Sob as condições genéticas, nutricionais e ambientais brasileiras nunca foram verificados os desvios de calibração do INRAPORC<sup>®</sup>, então torna-se interessante uma validação do sistema neste sentido.

O INRAPORC<sup>®</sup> por ser determinista, seus resultados são apresentados considerando apenas um animal médio, no entanto existem animais da população que possuem necessidades nutricionais que estão acima ou abaixo da curva simulada (KNAP, 2000). Como o modelo não é estocástico ele não inclui informações de variação populacional para atender estes indivíduos que não representam a média populacional.

Ao se assumir a estratégia nutricional com exigências nutricionais médias para uma população, penaliza-se os animais com maior potencial de desempenho e nutre além do necessário os animais de menor potencial, isto resulta em redução das taxas de conversão e eficiência alimentar do lote de animais (BROSSARD et al., 2007), com isso a média do desempenho observada da população pode ser menor que a dos dados simulados e sob restrição alimentar este erro pode ser maior.

Por conta da variação entre os indivíduos da população, a cinética da média populacional não é a mesma de um indivíduo, apresentando diferenças nos comportamentos das respostas (POMAR et al., 2003). Este tipo de erro pode existir ao comparar as médias simuladas pelo INRAPORC<sup>®</sup> com as médias reais da população.

Conhecer as taxas de crescimento dos animais é interessante para quantificar custos e retornos financeiros para o produtor e indústria, com isso pode-se programar e estipular metas para pesos de abate e composição de carcaça visando entregas ideais (SCHINKEL et al., 2003).

O intuito deste trabalho foi verificar a estimativa de erro de predição realizada a partir de dados de um pequeno grupo de animais, sob condição laboratorial, e se poderia ser aplicada a um sistema comercial de terminação de suínos. Além disso, se as equações das curvas de calibração obtidas dos resultados preditos de peso vivo e espessura de toucinho poderiam ser utilizadas para corrigir possíveis desvios nos valores das médias simuladas pelo sistema.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a validação de uma calibração baseada em poucos animais, em situação laboratorial, ser aplicável a um sistema comercial de terminação de suínos. E se as equações de correção dos valores de ET e PV simulados pelo INRAPORC<sup>®</sup>, obtidas por esta validação, proporcionariam valores de médias corrigidas, os quais seus intervalos de confiança para média baseados na variação real da população, pudessem conter os valores das médias reais. Foram utilizados dados dos experimentos de Pierozan (2014) e Oliveira (2011).

### 2.2.1 Calibração do perfil animal e obtenção de equações de correção

Para a calibração do INRAPORC<sup>®</sup> foram utilizados dados de 6 machos castrados da matriz genética Agrocere PIC sob manejo alimentar à vontade (grupo de animais AV), com peso vivo inicial de  $74,68 \pm 5,07$  kg, provenientes do experimento de Pierozan (2014) realizado em 2012 .

Em paralelo ao grupo de animais AV foram alimentados outros 6 machos castrados sob manejo alimentar restrito (grupo RE) e a estes fornecidos em média 2,721 kg/dia de ração, a dieta utilizada nos dois grupos foi a mesma descrita nas tabelas 1.1 e 1.2 Págs 22 e 23. Os animais possuíam peso vivo inicial de  $78,53 \pm 3,95$  kg e pertenciam à mesma base genética do grupo de animais AV e foram manejados sob as mesmas condições temporais e ambientais.

O procedimento de calibração (6.4), analisado no capítulo 01, foi utilizado para simular os resultados de peso vivo (PV) e espessura de toucinho (ET) do grupo RE. O mesmo foi composto pelas informações dos valores reais: da composição bromatológica e de aminoácidos da dieta com 0% de desperdício, da ingestão de alimentos aos 50kg de peso vivo (IA50) e da

espessura de toucinho do grupo de animais AV, com o qual foram obtidas as melhores predições de PV e ET.

Os dados observados e simulados de peso vivo e espessura de toucinho do grupo de animais RE foram utilizados para a obtenção de equações de correção dos resultados preditos com o INRAPORC<sup>®</sup>, para isso foram utilizadas as informações do teste de hipótese do módulo de calibração ( $b_0=0$  e  $b_1=1$ ) do Statgraphics Centurion 15<sup>®</sup>.

### 2.2.2 Simulação do sistema de produção e dos resultados corrigidos.

Do experimento do Oliveira (2011) foram disponibilizados dados de duas populações comerciais de suínos, abatidas em dois anos consecutivos (2009 e 2010), estas populações consumiram a mesma dieta e possuíam a mesma matriz genética dos animais que forneceram os dados para calibração, grupo de animais AV, do experimento de Pierozan (2014).

Na Granja 01(G01) no ano de 2009 foram utilizados 76 machos castrados e na Granja 02 (G02) no ano de 2010 foram utilizados 116, os abates dos animais foram escalonados próximos aos pesos de abate de 100kg (n=22 e 28), 115kg (n=18 e 29), 130kg (n=18 e 31) e 145kg (n=18 e 28), de peso vivo com seus respectivos números de animais abatidos das granjas G01 e G02, formando 4 lotes de animais abatidos por granja e totalizando 8. Cada baía alojou grupos de 10 a 11 animais e na ocasião do abate foram abatidos todos os animais da mesma baía.

Cada uma destas granjas forneceu 5 observações de médias populacionais de peso vivo, os animais foram pesados no início do teste (peso vivo inicial) e ao abate (peso vivo final), e 4 observações de médias populacionais de espessura de toucinho coletados ao abate por paquímetro. Na G01 os animais possuíam peso vivo médio inicial de  $85,022 \pm 7,096$  kg e consumiram em média 2,357 kg/dia de ração e na G02 o peso vivo médio inicial foi de  $77,827 \pm 7,272$  kg e consumiam em média 2,730 kg/dia.

Para gerar as simulações de peso vivo (PV) e espessura de (ET) dos suínos sob programa alimentar restrito das granjas 01 e 02, foi utilizado o procedimento de calibração (6.4) e a partir deste os perfis animais para os lotes abatidos. Os dados simulados de ET foram corrigidos com base no erro sistemático obtido na calibração da predição, ou seja, na calibração dos resultados preditos com o INRAPORC®.

Os dados observados de peso PV e ET foram comparados com os simulados pelo sistema e com os dados corrigidos para a ET, utilizando as informações do teste de hipótese da curva de calibração da predição ( $b_0=0$  e  $b_1=1$ ), no módulo de calibração do Statgraphics Centurion 15. Foi utilizado o Test-T para amostras pareadas para verificar a exatidão entre as médias reais e simuladas ou corrigidas. Para realizar a avaliação dos erros de predição do sistema de produção, utilização de uma calibração prévia do INRAPORC® em um sistema comercial de terminação de suínos, as análises foram realizadas separadamente para as granjas G01 e G02, com 5 observações para PV e 4 para ET e também considerando as duas como um único rebanho, com 10 observações para PV e 8 para ET.

Para considerá-las como único rebanho foi realizado um Test-T para amostras independentes. Antes disso foram corrigidos os dados de peso vivo inicial da Granja 02, utilizando uma equação que relaciona o peso vivo com a idade, originada dos dados de desempenho do grupo de animais RE, do experimento de Pierozan (2014), que possuía muitas características similares ao rebanho da Granja 02.

A decomposição do quadrado médio do erro (MSD) para peso vivo e espessura de toucinho, obtidos para as Granjas 01 e 02, foi realizada com base no método de Gauch et al., (2003). Com base na raiz quadrada do valor do MSD foi obtido o desvio padrão da estimativa ( $\sigma$ ), apresentando o valor do desvio total ou do erro total da predição, na unidade da variável analisada, PV em kg e ET em mm.

### 2.2.3 Avaliação do procedimento de correção dos resultados preditos.

Foi verificado se as equações das curvas de calibração da predição, de peso vivo (PV) e espessura de toucinho (ET), obtidas a partir do procedimento de calibração 6.4 poderiam ser utilizadas para corrigir as simulações do INRAPORC<sup>®</sup>. Afim de que os valores das médias reais de ET e PV das granjas 01 e 02 fossem contidos nos intervalos de confiança das médias corrigidas, obtidos pela variação real da população em cada lote abatido aos pesos meta (100, 115, 130 e 145 kg PV).

Para verificar se as médias reais de PV e ET (PV Real e ET Real) eram contidas nos intervalos de confiança das médias corrigidas foram calculados: Os desvios padrão das médias reais com base na variação populacional para cada lote abatido aos pesos metas e seus respectivos intervalos de confiança (IC) ( $\alpha = 95\%$ ), que foram utilizados para os intervalos de confiança das médias simuladas e corrigidas. Com os valores destes desvios padrão foram obtidos os coeficientes de variação das médias reais (PV Real CV% e ET Real CV%).

Os dados de PV e ET das populações em cada lote de abate foram analisados, no modo de ajuste de distribuição do Statgraphics Centurion 15 pelo método de Komolgorov-Smirnov, para verificar a probabilidade da população apresentar distribuição normal dos dados (Norm.Real).

Para verificar se o tamanho da amostra (n) de Peso vivo e espessura de toucinho dada pela população da Granja 01 e 02, separadamente e em rebanho único, eram representativas, foi utilizada a equação citada por (BALESTRASSI & DE PAIVA, 2007) (Equação 2.1):

$$n = \left( \frac{Z * S}{t * \mu} \right)^2 \quad (2.1)$$

Na qual:  $Z$ , valor da distribuição  $Z$  tabelado para  $(1-\alpha/2)$ ;  $s$ , desvio padrão da população preliminar;  $r$ , percentual de erro relativo;  $\mu$ , média da população preliminar.

Após simular as médias de PV e ET (PV Inraporc e ET Inraporc) para as granjas 01 e 02 no INRAPORC<sup>®</sup>, utilizando os perfis animais de cada lote de abatido sob o procedimento de calibração 6.4, foram calculadas as médias corrigidas (PV corrig. e ET corrig.), com base nas equações das curvas de calibração dos dados observados e simulados de PV e ET do experimento de Pierozan (2014).

De posse das médias simuladas e corrigidas foram originados os seus intervalos de confiança das médias de PV e ET, que seriam os mesmos intervalos de confiança obtidos para as médias reais. Com as médias corrigidas foram calculados os coeficientes de variação utilizando-as como médias dos dados populacionais, em substituição às médias reais (PV corrig. CV% e ET corrig. CV%) e a probabilidade dos desvios dos dados populacionais apresentarem distribuição normal considerando as médias de PV e ET corrigidas (Norm.corrig), utilizando o modo de ajuste de distribuição do Statgraphics Centurion 15 e o método de Komolgorov-Smirnov.

Após obter os intervalos de confiança das médias simuladas e corrigidas, para os dados de PV e ET das granjas 01 e 02, e verificar a normalidade dos dados, foram observados os percentuais das médias reais de PV e ET que eram contidos nestes intervalos de confiança. Além disso, foram verificados os desvios médios entre as médias reais e simuladas e entre as reais e corrigidas.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram comparados 13 dados simulados e observados de espessura de toucinho (ET) e peso vivo (PV) do grupo de animais RE, os resultados do teste de hipótese ( $b_1=1$  e  $b_0=0$ ) estão expressos na Tabela 2.1.

### 2.3.1 Estimativa dos erros de predição e equações de correção.

. Para o PV o intercepto (+4,542 Kg) não foi significativo ( $P=0,10$ ), mas o coeficiente de regressão linear foi significativo ( $P\leq 0,01$ ) com valor de +0,925, apresentando, erro sistemático de taxa e dados simulados superestimados em 8%. Este resultado de superestimação de peso vivo está vinculado ao balanço energético simulado pelo sistema, uma vez que ele subestima a utilização das reservas corporais para a manutenção e a perda de calor pela mesma, e por consequência, superestima o peso vivo. (VAN MILGEN et al., 2005).

Esta superestimação do sistema para o PV também pode estar relacionada com a temperatura do ambiente, uma vez que o INRAPORC® não modela o efeito da temperatura. Segundo o trabalho de Knap (2000), as temperaturas alteram os requerimentos de Energia para a manutenção, e temperaturas acima da faixa de conforto térmico dos animais reduzem a disponibilidade de Energia Líquida para deposição de tecidos, por conta do aumento de utilização de Energia para termorregulação. Isto pode reduzir a deposição protéica de 4 a 11%, dependendo da linhagem genética, sexo, idade do animal e composição corporal do mesmo, estando a temperatura ambiente 5°C acima da faixa de conforto térmico (KNAP, 200). Ao reduzir a deposição protéica, reduz também o ganho de peso vivo, uma vez que estes parâmetros são correlacionados positivamente ( $r=0,66$ ) (BROSSARD et al., 2006).



Considerando que a faixa de conforto térmico para fase de terminação de suínos varia de 12 a 18 °C (FERREIRA et al., 2000), as temperaturas médias semanais durante do experimento de Pierozan (2014) estavam acentuadas, pois 75% estavam acima da temperatura média de conforto térmico dos animais, de 15 °C, e 50% das temperaturas médias semanais estavam acima do limite superior da faixa de conforto térmico.

Para a espessura de toucinho foi verificado que o intercepto (-2,37mm) foi significativo ( $P \leq 0,01$ ), presumindo simulações sistematicamente superestimadas, aliado a este resultado o percentual de participação do erro de efeito fixo (SB) no quadrado médio do erro foi de 97,2%. Quanto ao coeficiente de regressão linear não foi significativo ( $P = 0,73$ ) apresentando valor de +1,013 (Tabela 2.1). O erro sistemático de efeito fixo foi influenciado pelo valor da massa lipídica inicial, no perfil animal do grupo de animais RE, que não representa o valor da massa lipídica inicial real dos animais testados. Isto ocorre devido à variações na deposição lipídica pelo corpo do animal dependendo da genética, idade e sexo (KLOAREG et al., 2006), uma vez que a equação do INRAPORC<sup>®</sup> que fornece as informações de massa lipídica e protéica do estado inicial do perfil animal é genérica e não considera estes efeitos, utilizando apenas o peso vivo inicial como variável de entrada. Nos trabalhos de Van Milgen et al. (2008) e Kloareg et al., (2006) os autores citam a alteração destes valores do estado inicial do animal para reduzir possíveis erros sistemáticos entre massa lipídica e espessura de toucinho.

Com base nas curvas de calibração dos resultados preditos com o INRAPORC<sup>®</sup> foram originadas as equações de correção para os valores simulados de PV (Equação 2.2) e para os valores de ET (Equação 2.3):

$$PV_{\text{corrig}} = 0,925 * PV_{\text{Inraporc}} + 4,54 \quad (R^2 = 0,994) \quad (2.2)$$

$$ET_{\text{corrig}} = 1,013 * ET_{\text{Inraporc}} - 2,37 \quad (R^2 = 0,985) \quad (2.3)$$

**TABELA 2.1:** VALORES DE INTERCEPTO ( $B_0$ ) E COEFICIENTE DE REGRESSÃO LINEAR ( $B_1$ ) E SUAS RESPECTIVAS PROBABILIDADES PARA PESO VIVO E ESPESSURA DE TOUCINHO, CONSUMO MÉDIO DIÁRIO, TAMANHO DA POPULAÇÃO, DOS MACHOS CASTRADOS DO GRUPO DE ANIMAIS SOB RESTRIÇÃO ALIMENTAR DO EXPERIMENTO DE PIROZAN (2014) E DAS GRANJAS 01 E 02.

| Informações   | Grupo RE<br>Pierozan(2014) | Granja 01<br>Oliveira(2011) | Granja02<br>Oliveira(2011) | G01-02<br>Oliveira(2011) |
|---|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Ano   | 2012                       | 2009                        | 2010                       | -                        |
| População (n)   | 6                          | 76                          | 116                        | 192                      |
| CMDR (kg/d)   | 2,721                      | 2,357                       | 2,730                      | 2,582                    |
| Idade (dias)  | 128                        | 134                         | 126                        | 129                      |
| PVi (kg)  | 78,53±3,95                 | 85,02±7,10                  | 77,83±7,27                 | 80,68±8,00               |
| Observ. PV-ET (n)   | 13-13                      | 5-4                         | 5-4                        | 10-8                     |
| $\alpha$ Test-T G01-02 $\mu$  |                            | 48,51%                      |                            |                          |
| $\alpha$ Test-T G01-02 $\sigma$   |                            | 83,95%                      |                            |                          |
| <b>Peso Vivo (PV)</b>   |                            |                             |                            |                          |
| $b_1$   | +0,93                      | +0,99                       | +1,03                      | +1,01                    |
| $\alpha b_1$  | 0,46% <sup>(*)</sup>       | 88,58%                      | 52,22%                     | 87,05%                   |
| $b_0$ (kg)  | +4,54                      | -0,55                       | -0,23                      | +0,30                    |
| $\alpha b_0$  | 10,33%                     | 90,56%                      | 96,82%                     | 95,77%                   |
| $\alpha$ Test-T pareado   | 0,03%                      | 14,97%                      | 2,54%                      | 25,58%                   |
| <b>Espessura de Toucinho (ET)</b>   |                            |                             |                            |                          |
| $b_1$   | +1,01                      | +0,68                       | +1,01                      | +0,82                    |
| $\alpha b_1$  | 73,04%                     | 6,67%                       | 95,93%                     | 14,48%                   |
| $b_0$ (mm)  | -2,37                      | +3,91                       | -2,47                      | +1,33                    |
| $\alpha b_0$  | 0,33%                      | 12,15%                      | 53,53%                     | 52,19%                   |
| $\alpha$ Test-T pareado   | 0,00%                      | 3,33%                       | 0,57%                      | 0,02%                    |
| <b>Espessura de Toucinho (ET) corrigido com base no (<math>b_0</math>) de -2,37mm</b> |                            |                             |                            |                          |
| $b_1$   | +1,01                      | +0,67                       | +1,00                      | +0,81                    |
| $\alpha b_1$  | 73,04%                     | 6,06%                       | 98,58%                     | 12,82%                   |
| $b_0$ (mm)  | +0,03                      | +5,68                       | +0,04                      | +3,40                    |
| $\alpha b_0$  | 95,66%                     | 5,67%                       | 98,95%                     | 9,10%                    |
| $\alpha$ Test-T pareado   | 5,77%                      | 16,51%                      | 77,43%                     | 15,64%                   |

**Grupo RE:** Grupo de animais sob manejo alimentar restrito, contemporâneos e manejados sob mesmo ambiente do grupo de animais AV da calibração do INRAPORC<sup>®</sup>, **G01-02:** Granjas 01 e 02 como rebanho único, **CMDR:** Consumo médio diário de ração (kg/d), **PVi:** Peso vivo inicial, **Observ. PV-ET:** Número de observações para Peso Vivo e Espessura de Toucinho;  **$\alpha$ Test-T G01-02  $\mu$ :** Percentual de probabilidade de médias iguais em Teste-T de amostras independentes,  **$\alpha$ Test-T G01-02  $\sigma$ :** Percentual de probabilidade de desvios padrões iguais em Teste-T de amostras independentes,  **$b_1$ :** Coeficiente de regressão linear,  **$\alpha b_1$ :** Percentual de probabilidade do coeficiente de regressão linear ser igual a 1.00,  **$b_0$ :** Valor do Intercepto,  **$\alpha b_0$ :** Percentual de probabilidade do intercepto ser igual a 0.  **$\alpha$ Test-T pareado:** Percentual de probabilidade das diferenças de dados pareados serem igual a 0. <sup>(\*)</sup>com  $b_0 = 0$ ,  $b_1=0,9620$  ( $P<0,0001$ )

### 2.3.2 Erros de predição do sistema de produção.

Os dados de espessura de toucinho das Granjas 01 e 02 foram resultantes de simulações realizadas pelo software Rhinoceros 4.0<sup>®</sup>, com base em desenhos de área de olho de lombo do experimento de Oliveira (2011), porém os dados do experimento de Pierozan (2014) utilizados para calibrar o sistema foram obtidos por ultrassonografia (US). Então foi necessário verificar se haviam erros entre os dados de ET obtidos sob os dois métodos.

No experimento de Pierozan (2014) foram coletados dados de ET pelos métodos, então foi possível fazer uma análise de verificação de erros, ela foi realizada com os dados de US como variável dependente (y) e os dados de desenho de área de olho de lombo como variável independente (x). Os resultados obtidos não apresentaram erros sistemático de intercepto 1,012 ( $P=0,61$ ) e nem de taxa 0,943 ( $P=0,57$ ), com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 83,87% e ( $n=22$ ). Deste modo os dados de ET do experimento de Oliveira (2011) foram utilizados sem necessidade de correções.

Comparando as simulações do INRAPORC<sup>®</sup> com os dados reais das granjas G01 e G02 nenhuma das granjas apresentou interceptos ( $P \geq 0,12$ ) ou coeficientes de regressão lineares ( $P \geq 0,07$ ) significativos, para as 5 observações de peso vivo e 4 de espessura de toucinho (Tabela 2.1).

Porém a estatística de Teste-T para o peso vivo da granja 02 apresentou diferenças significativas entre dados esperados e observados ( $P=0,03$ ), esta inexatidão nos resultados de PV foi influenciado pelas variações intra-lotes, uma vez que os lotes de animais abatidos a cada peso meta, não eram compostos pelos mesmos indivíduos. Outra fonte de variação é a não contemporaneidade entre os animais que calibraram o sistema e a população que a calibração foi testada, podendo haver vieses de origem ambiental, nutricional e genética.

Para espessura de toucinho as duas granjas também apresentaram diferenças significativas no Test-T ( $P \leq 0,03$ ), estas diferenças foram influenciadas pelo erro de efeito fixo do intercepto (-2,37mm) que após as correções das médias da ET, com este valor, as diferenças deixaram de ser significativas ( $P > 0,17$ ) (Tabela 2.1).

Deste modo, a aplicabilidade do INRAPORC<sup>®</sup> em populações diferentes, pontualmente pode apresentar desvios, porém o comportamento dos dados simulados é bem coerente com os observados.

Para e os resultados de peso vivo da Granja 01 o desvio padrão da estimativa ( $\sigma$ ) foi de 2,22 kg e os percentuais de participação dos componentes do quadrado médio do erro (MSD) foram próximos entre si, praticamente 33% para cada um deles (SB, NU e LC) (Figura 2.1). O SB para a granja 01 teve origem nos valores de massa protéica e lipídica inicial do perfil animal.

Já o erro de taxa (NU) observado naquela granja pode estar sofrendo influência de dinâmica de médias populacionais, uma vez que em uma população sob restrição alimentar os animais de maior potencial de desempenho e crescimento podem estar subnutridos e têm seu desempenho limitado, contribuindo para redução da média da população (BROSSARD et al., 2007). Aos animais daquela granja foram fornecidos em média 2,36 kg de ração/dia e em função disto, segundo as estimativas do INRAPORC<sup>®</sup>, os mesmos estavam depositando diariamente 5% a menos de proteína em relação ao seu potencial, o que influenciou no comportamento da curva média de crescimento. Segundo Bertol et al. (2001) quando a restrição alimentar reduz a taxa de deposição protéica, ela é denominada de restrição alimentar severa.

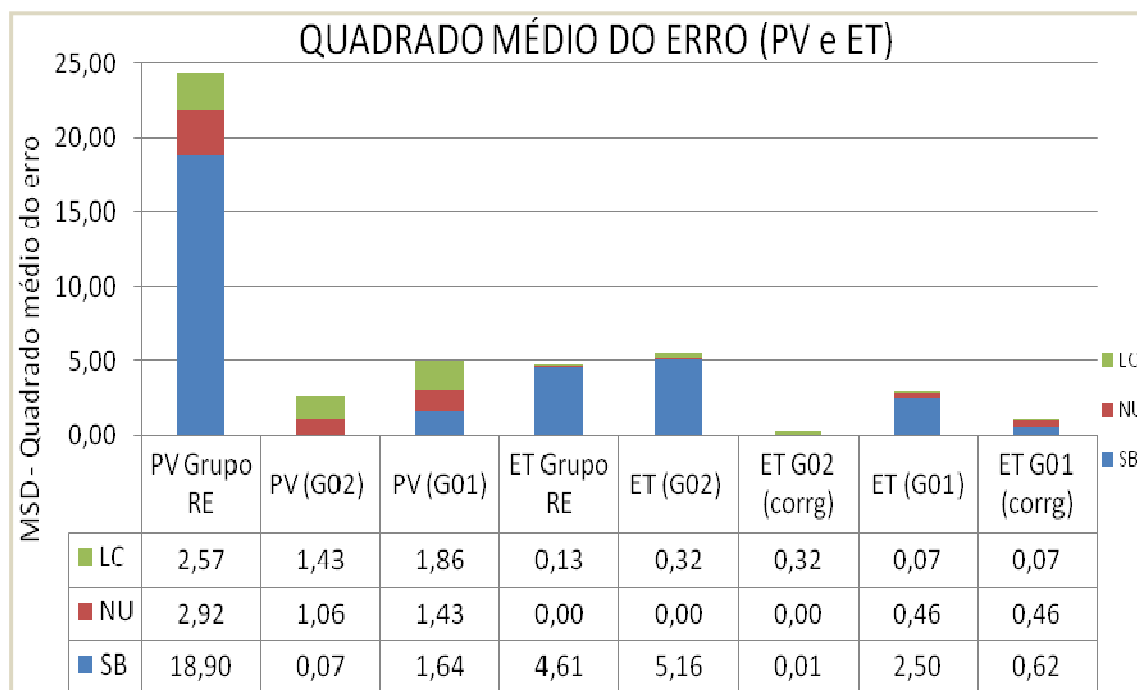
O erro de falta de correlação (LC) obtido pelos dados da Granja 01 do experimento de Oliveira (2011) foi influenciado pelas variações entre seus lotes e os animais do Grupo RE do experimento de Pierozan (2014), tais variações

seriam decorrentes de fatores como: não contemporaneidade de genética, partida de ração e lote de ingredientes, diferenças de manejo entre granjas e fatores ambientais.

Para os dados de peso vivo o desvio padrão da estimativa da Granja 02 foi de 1,60 kg, caracterizado principalmente pelos erros de falta de correlação entre os dados observados e estimados – LC (55,7%) e pelos erros de taxa – NU (41,5%). Estas duas fontes de erros sofreram grande influência da oscilação e da média da temperatura ambiente durante o experimento de Oliveira (2011), foi observado que a oscilação dos dados da temperatura ambiente média entre os lotes pode ter ocasionado maior participação do LC no valor do erro total. Para o NU a temperatura média influenciou no comportamento da curva de crescimento, durante o período no qual os animais estavam em experimento a temperatura média foi maior do que no experimento de Pierozan (2014).

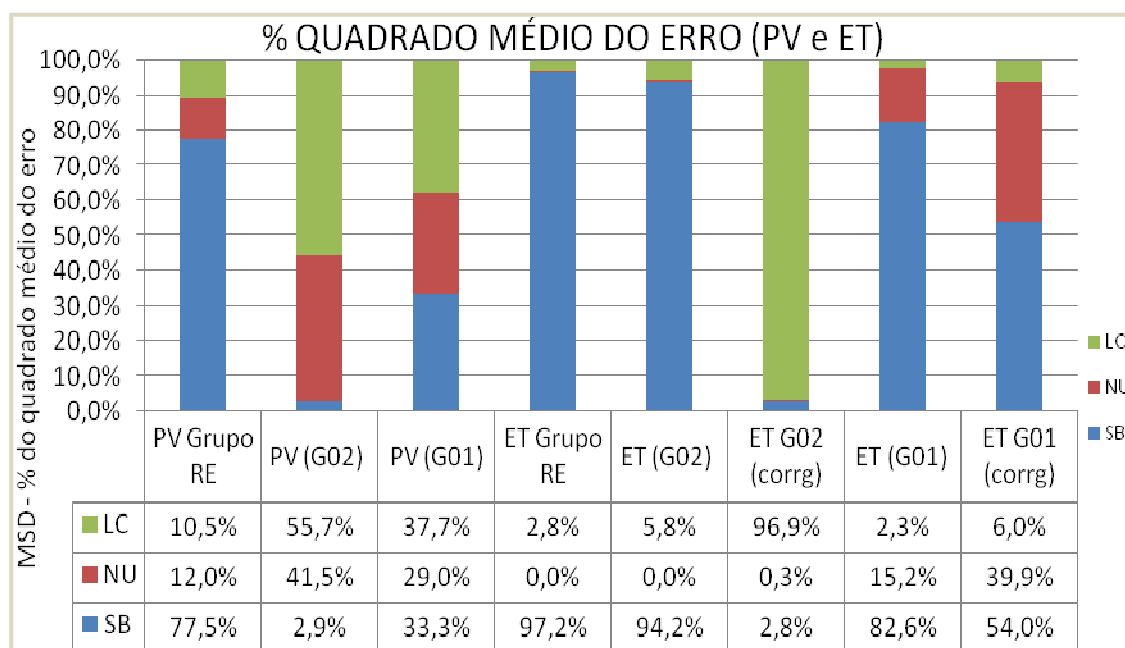
Enquanto naquele experimento a frequência das temperaturas médias que ficaram acima dos 15°C foi de 75%, neste experimento foi de 98,6%. Como a temperatura influencia nas necessidades energéticas da manutenção e nas deposições protéicas e lipídicas do animal (KNAP, 2000), logo ela afetou os valores de taxa de crescimento e PV. Já o erro de efeito fixo da granja 02 ele foi próximo a zero (Figuras 2.1 e 2.2).

Quanto à espessura de toucinho da granja 01 o desvio padrão da estimativa ( $\sigma$ ) foi de 1,74 mm e o erro de efeito fixo (SB) correspondeu a 82,6% deste valor. O  $\sigma$  da Granja 02 foi de 2,34 mm e o SB influenciou em 94,2% do seu valor (Figura 2.2). Os erros e efeito fixo foram influenciados pela massas lipídicas iniciais dos perfis animais das Granjas 01 e 02 no INRAPORC®, porém ao corrigir o valor de -2,37mm de ET, a G01 reduziu em 75% seu erro de efeito fixo (SB) e a G02 reduziu em 100% (Figura 2.1).



**FIGURA 2.1: DECOMPOSIÇÃO DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA PV E ET.**

**MSD** – Mean Square Deviation, quadrado médio do erro entre os valores comparados (preditos X reais). **LC** - Lack Correlation, falta de correlação entre dados preditos e reais, valor ligado diretamente ao  $R^2$ . **NU** – Nonunity, não unidade do coeficiente de correlação linear ( $b_1$ ), expressa o erro de taxa entre os valores preditos e reais. **SB** – Squared Bias: Quadrado do desvio, expressa o erro de efeito fixo, ligado ao valor do intercepto ( $b_0$ ). **Eixo X:** Os grupos de animais presentes no eixo X possuem os valores de  $b_0$ ,  $b_1$  apresentados na tabela 2.1. **PV Grupo RE:** Grupo de animais sob manejo alimentar restrito do experimento de Pierozan (2014). **G01:** População de animais da Granja 01 do experimento de Oliveira (2011). **G02:** População de animais da Granja 01 do experimento de Oliveira (2011). **(corr):** Valores de espessura de toucinho corrigidos (-2,37mm).



**FIGURA 2.2: DECOMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO QUADRADO MÉDIO DO ERRO PARA PV E ET.**

Após a correção do valor estimado da ET, o desvio padrão da estimativa da granja 02 (0,57mm) apresentava 97% dos seus erros influenciado apenas pelo LC e os outros 3% seriam do NU, demonstrando que o sistema mecanisticamente estaria simulando bem o comportamento da deposição lipídica e a correção da ET foi eficaz (Figuras 2.1 e 2.2). Quanto ao NU da granja 01 será abordado mais adiante.

Foi analisado se as duas Granjas possuíam populações equivalentes, para isso foi corrigido o peso vivo inicial (PVicorrig) dos animais da granja 02 com a equação 2.4, proveniente da relação PV x Idade dos animais do experimento de Pierozan (2014):

$$PVicorrig = 0,815534 * Idade - 24,108393 \quad (R^2 = 0,997) \quad (2.4)$$

Após a correção do PVi da granja 02, foi verificado que elas possuem similaridade de médias ( $P=0,49$ ) e de variação populacional ( $P=0,84$ ). Se considerarmos as duas granjas um só rebanho, no anexo 10, verificamos que o número de observações de espessura de toucinho e peso vivo sobem de 4 e 5 para 8 e 10 respectivamente, sendo mais interessante para a aplicação das estatísticas.

Em rebanho único o resultado do Teste- T para o peso vivo demonstrou que as diferenças entre as médias observadas e simuladas deixaram de ser significativas ( $P=0,26$ ), principalmente pelo aumento do número de observações que gerou um balanceamento dos erros entre os dados de peso vivo das duas granjas (Tabela 2.1).

Porém o teste-T para a espessura de toucinho ainda indica que há diferenças pontuais significativas entre as médias populacionais e as simulações, mas isto pode ter sido influenciado por duas causas. A primeira é o tamanho das populações abatidas no experimento de Oliveira (2011), que não possuem suficiência amostral para atender o nível de 5% de erro para a espessura de toucinho (Tabela 2.3 Pág 83). A segunda causa é o fato da calibração obtida com os dados do grupo de animais AV, apresentar erro sistemático da massa lipídica inicial, influenciando no aumento 2,37 mm nas estimativas de espessura de toucinho.

Ao corrigirmos os dados de espessura de toucinho para as duas granjas separadas, reduzindo 2,37mm dos dados simulados os resultados dos

coeficientes lineares e do Test-T não são mais significativos (Tabela 2.1, Pág. 73), para o Teste-T: G01 ( $P=0,17$ ) e G02 ( $P=0,77$ ), respectivamente. O mesmo ocorre para o rebanho unificado G01-02 ( $P=0,16$ ).

Ao observarmos os dados das duas granjas unidas, os resultados são favoráveis e coerentes à aplicabilidade da calibração do INRAPORC<sup>®</sup>, baseada em um grupo de animais em situação laboratorial, a um sistema comercial de terminação de suínos.

Dentre as similaridades (genética, nutricional, peso vivo inicial e idade) da população da Granja 02 e do grupo de animais RE. Podemos observar na Tabela 2.1 Pág 73 que os valores de  $b_0$  e  $b_1$  para espessura de toucinho são muito próximos, bem como o nível de consumo médio de alimento. Porém as probabilidades dos coeficientes assumem níveis diferentes ( $P<0,01$ ) para o grupo de animais RE e ( $P=0,54$ ) para a G02.

Estas probabilidades dos coeficientes por sua vez dependem do número de observações dos dados de ET. E foi exatamente este o diferencial entre as análises dos dois grupos, pois permitiu verificar inicialmente que o procedimento calibração (6.4), possuía um erro sistemático de 2,37 mm. Isto contribuiu para redução dos erros de predição e à utilização desta calibração do sistema em populações diferentes.

A população da Granja 01, embora com as mesmas bases genéticas e nutricionais do grupo de animais RE e da população da granja 02, apresentou comportamento de desempenho diferente principalmente nos coeficientes das curvas de calibração da predição ( $b_0$  e  $b_1$ ). Algumas estatísticas não chegaram a ser significativamente diferentes, pelo fato que o (n) era muito pequeno, mas apresentavam tendências de apresentar coeficientes lineares significativamente diferentes. Isto pode estar ligado ao consumo médio diário das duas populações que são muito diferentes, ou seja, a ingestão de Energia. Na Granja 01 o consumo de ração era de 2,357 kg/dia, enquanto que na Granja 02 e grupo RE eram de 2,730 e 2,721 kg/dia, respectivamente.

Este baixo nível de consumo de ração afetou a estimativa da deposição lipídica da G01 que passou a apresentar coeficientes ainda mais distintos, após a correção do erro sistemático, de 2,37mm, como visto na Tabela 2.1 Pág 73. Como a restrição alimentar para esta granja 01 foi severa, segundo o conceito de Bertol et al. (2001), reduzindo a deposição diária de proteína em 5% do potencial descrito pelo INRAPORC<sup>®</sup>, a partição energética disponibilizada para



deposição lipídica dos animais da granja 01 pelo sistema é bem diferente do que a da Granja 02 que não foi submetida a este nível de restrição alimentar.

A partição energética protéica também foi alterada e esta dirige o uso da EL para deposição protéica e lipídica (VAN MILGEN et al, 2008), mas seus valores de erro de taxa (NU) foram pouco afetados comparados aos da ET. Os valores de NU para a espessura de toucinho da G01 e da G02 apresentaram valores de 40% e 0% do erro total, respectivamente, evidenciando a ocorrência de uma mecanística diferente entre as deposições lipídicas das granjas (Figura 2.2 ).

Quando simulada a partição energética da Energia Líquida no INRAPORC, reduzindo o consumo médio de alimento de 2,730 para 2,357 kg/dia, com base numa dieta de 10,20MJ EL/kg, os resultados apresentaram redução de 13% na disponibilidade de Energia Líquida (EL) para o animal. Sendo que reduziu 7% a utilização da EL pela Manutença, 2% pela deposição protéica e 25% pela deposição lipídica.

Porém o sistema por ser mecanicista deveria ser flexível (LOVATTO & SAUVANT, 2001) e prever com boa precisão e exatidão os valores de PV e ET, mesmo sob situações de restrição alimentar severas (BERTOL et al, 2001).

Os valores e tendências verificados para deposição lipídica em diferentes níveis de consumo energéticos, são influenciados pelos coeficientes do sistema, que modelam a transformação de Energia Digestível dos alimentos em Energia Líquida e a utilização das reservas corporais para a manutenção e deposição de tecidos. A manutenção por sua vez é calculada pelo Peso vivo, ingestão de Energia Líquida diária e alguns coeficientes fixos. E estes coeficientes apresentam erros sistemáticos, influenciando principalmente nos resultados da partição lipídica (VAN MILGEN et al., 2008 e VAN MILGEN et al., 2005) e nos comportamentos da simulação da ET pelo sistema, apresentando erros sistemáticos de taxa.

Mas para melhores estimativas de erros sistemáticos de deposição lipídica em função de níveis de ingestão energética e partição da mesma, são necessários mais estudos e uma análise de sensibilidade sobre esta abordagem, podendo até integrar nisto o efeito da temperatura ambiente.

### 2.3.3 Avaliação do procedimento de correção dos resultados preditos.

O INRAPORC<sup>®</sup> é um sistema de modelos que fornece dados de desempenho e de necessidades nutricionais com base em um indivíduo que é preconizado como animal médio de uma população (VAN MILGEN et al, 2008). Porém ao utilizar o sistema para simular médias populacionais, pode ocorrer desvios entre as médias reais e estimadas, pelo fato que as cinéticas de desempenho individuais são descritas por modelos diferentes da cinética média de uma população (POMAR et al., 2003 e KNAP, 2000).

Portanto é interessante verificar se essas médias estimadas pelo INRAPORC<sup>®</sup> podem ser similares às medias reais da população, analisando se estão contidas nos seus intervalos de confiança da média ou se as mesmas apresentam erros sistemáticos e precisam ser corrigidas.

Como as granjas 01 e 02 apresentaram similaridades de médias ( $P=0,49$ ) e desvios padrões ( $P=0,84$ ) para o peso vivo inicial, ambas passaram a formar um único rebanho e os seus 8 lotes abatidos foram analisados conjuntamente. As análises de normalidade dos dados de peso vivo (PV) e de espessura de toucinho (ET) pelo método de Komolgorov-Smirnov apresentaram resultados das distribuições dos dados não diferentes da curva normal PV ( $P>0,41$ ) e ET ( $P>0,87$ ).

Em cada granja foi verificada a suficiência amostral, para os dados de PV e ET e ambas apresentaram suficiência amostral ao nível de 5% de erro relativo. Para a Granja 01, com população de 76 animais, foram obtidas as suficiências amostrais de 42 animais para PV e 76 para ET . Já para Granja 02, com população de 116 animais, foram obtidas as suficiências amostrais de 34 animais para PV e 112 para ET (Tabelas 2.2 e 2.3).

No entanto para a população formada pelas duas granjas a sufuciencia amostral para os dados de peso vivo foi de 40 animais e para os de espessura de toucinho foi de 100.

Esta informação da suficiência amostral pode auxiliar nos planejamentos de futuros experimentos e na formação de tamanhos de lotes para utilização da ferramenta INRAPORC<sup>®</sup> para populações suínas comerciais.

**TABELA 2.2:** INFORMAÇÕES DE PESO VIVO REAL E DO SIMULADO PELO INRAPORC, VARIAÇÕES DOS DADOS, CARACTERÍSTICAS DOS LOTES DE SUÍNOS MACHOS CASTRADOS, TESTES DE NORMALIDADE DO LOTE EM FUNÇÃO DA MÉDIA REAL E DA MÉDIA CORRIGIDA PELA EQUAÇÃO DE CORREÇÃO DA CALIBRAÇÃO DE PREDIÇÃO E TAMANHO DE AMOSTRA MÍNIMO PARA O PESO VIVO, POR LOTE DE ABATE PARA AS GRANJAS G01 E G02.

| Informações      | Granja 01-2009 |          |           |            |            | Granja 02-2010 |           |            |            |            |
|------------------|----------------|----------|-----------|------------|------------|----------------|-----------|------------|------------|------------|
| Peso abate       | PVi            | 100      | 115       | 130        | 145        | PVi            | 100       | 115        | 130        | 145        |
| Idade (dias)     | 134            | 152      | 175       | 193        | 209        | 126            | 152       | 173        | 193        | 207        |
| Período (dias)   | 0              | 18       | 41        | 59         | 65         | 0              | 26        | 47         | 67         | 71         |
| População (n)    | 76             | 22       | 18        | 18         | 18         | 116            | 28        | 29         | 31         | 28         |
| CMDR (kg/dia)    | -              | 2,210    | 2,257     | 2,434      | 2,485      | -              | 2,748     | 2,775      | 2,708      | 2,689      |
| PV Real (kg)     | 85±7,1         | 97,8±8,4 | 118,8±9,2 | 133,5±11,2 | 143,0±12,0 | 77,8±7,3       | 103,8±9,9 | 119,9±10,5 | 137,5±10,4 | 146,2±10,2 |
| PV Real CV%      | 8,4%           | 8,6%     | 7,7%      | 8,4%       | 8,4%       | 9,3%           | 10,2%     | 9,6%       | 9,6%       | 8,3%       |
| Norm.Real (p)    | 99,9%          | 95,2%    | 84,0%     | 99,0%      | 94,8%      | 96,5%          | 94,0%     | 93,7%      | 41,1%      | 53,1%      |
| Amostra mín.(n)  |                |          | 42        |            |            |                |           | 34         |            |            |
| PV InraPorc (kg) | 85,0           | 98,3     | 120,0     | 133,3      | 147,8      | 77,8           | 101,6     | 120,4      | 137,9      | 148,9      |
| PVcorrig (kg)    | 85,0           | 95,6     | 115,6     | 127,8      | 141,3      | 77,8           | 98,5      | 116,0      | 132,2      | 142,3      |
| PVcorrig CV%     | 8,4%           | 9,1%     | 8,4%      | 9,9%       | 8,6%       | 9,3%           | 11,5%     | 9,7%       | 8,9%       | 7,7%       |
| Norm.corrig (p)  | 99,9%          | 95,2%    | 84,0%     | 99,0%      | 94,8%      | 96,5%          | 94,0%     | 93,7%      | 41,1%      | 53,1%      |

**PVi:** Peso vivo inicial, **Peso abate:** Peso meta que os lotes de animais foram abatidos, **Período:** Período de dias que o lote de animais permaneceram em avaliação, **CMDR:** Consumo médio diário de ração, **PV Real:** Peso vivo médio real da população, **PV Real CV%:** Coeficiente de variação do peso vivo em função da média real, **Norm.Real:** Significância de normalidade dos dados frente a média real da população ao peso de abate pelo teste de Komolgorov-Smirnov, **Amostra mín.:** Cálculo de suficiência amostral. **PV InraPorc:** Peso vivo médio simulado pelo INRAPORC, **PVcorrig:** Peso vivo médio obtido após a correção do valor da simulação do INRAPORC, esta correção é baseada na relação ( $PV\ Real = 0,925 \cdot PV\ InraPorc + 4,54\ kg$ ), para o grupo de animais machos castrados sob restrição alimentar do experimento de Pierozan (2014), **PVcorrig CV%:** Coeficiente de variação do peso vivo em função da média corrigida, **Norm.corrig:** Significância de normalidade dos dados frente a média corrigida da população ao peso de abate pelo teste de Komolgorov-Smirnov.

**TABELA 2.3:** INFORMAÇÕES DE ESPESSURA DE TOUCINHO OBSERVADA E SIMULADA PELO INRAPORC, VARIAÇÕES DOS DADOS, CARACTERÍSTICAS DOS LOTES DE SUÍNOS MACHOS CASTRADOS, TESTES DE NORMALIDADE DO LOTE EM FUNÇÃO DA MÉDIA REAL E DA MÉDIA CORRIGIDA PELA EQUAÇÃO DE CORREÇÃO DA CALIBRAÇÃO DE PREDIÇÃO E TAMANHO DE AMOSTRA MÍNIMO PARA A ESPESSURA DE TOUCINHO, POR LOTE DE ABATE PARA AS GRANJAS G01 E G02.

| Informações      |     | Granja 01-2009 |          |          |          |     | Granja 02-2010 |          |          |          |  |
|------------------|-----|----------------|----------|----------|----------|-----|----------------|----------|----------|----------|--|
| Peso de abate    | PVi | 100            | 115      | 130      | 145      | PVi | 100            | 115      | 130      | 145      |  |
| Idade (dias)     | 134 | 152            | 175      | 193      | 209      | 126 | 152            | 173      | 193      | 207      |  |
| Período (dias)   | 0   | 18             | 41       | 59       | 65       | 0   | 26             | 47       | 67       | 71       |  |
| População (n )   | 76  | 22             | 18       | 18       | 18       | 116 | 28             | 29       | 31       | 28       |  |
| CMDR (kg/dia)    | -   | 2,210          | 2,257    | 2,434    | 2,485    | -   | 2,748          | 2,775    | 2,708    | 2,689    |  |
| ET Real (mm)     | -   | 13,8±3,6       | 14,7±2,8 | 16,6±2,6 | 17,6±3,6 | -   | 12,6±3,6       | 16,7±4,0 | 17,8±4,0 | 18,6±4,0 |  |
| ET Real CV%      | -   | 25,9%          | 18,9%    | 15,6%    | 20,2%    | -   | 28,2%          | 23,8%    | 22,2%    | 21,4%    |  |
| Norm.Real (p)    | -   | 94,3%          | 99,2%    | 97,7%    | 92,3%    | -   | 97,8%          | 87,3%    | 97,9%    | 99,0%    |  |
| Amostra mín. (n) | -   | 76             |          |          |          | -   | 112            |          |          |          |  |
| ET InraPorc (mm) | -   | 14,2           | 16,6     | 18,3     | 20,0     | -   | 15,4           | 18,1     | 20,0     | 21,3     |  |
| ET corrig. (mm)  | -   | 12,0           | 14,4     | 16,2     | 17,9     | -   | 13,2           | 15,9     | 17,9     | 19,2     |  |
| ET corrig. CV%   | -   | 33,3%          | 19,6%    | 16,3%    | 19,9%    | -   | 27,3%          | 25,4%    | 22,0%    | 21,0%    |  |
| Norm.corrig (p)  | -   | 94,3%          | 99,2%    | 97,7%    | 92,3%    | -   | 97,8%          | 87,3%    | 97,9%    | 99,0%    |  |

**PVi:** Peso vivo inicial, **Peso abate:** Peso meta que os lotes de animais foram abatidos, **Período:** Período de dias que o lote de animais permaneceram em avaliação, **CMDR:** Consumo médio diário de ração, **ET Real:** Espessura de toucinho média real da população, **ET Real CV%:** Coeficiente de variação da espessura de toucinho em função da média real, **Norm.Real:** Significância de normalidade dos dados frente a média real da população ao peso de abate pelo teste de Komolgorov-Smirnov, **Amostra mín.:** Cálculo de suficiência amostral. **ET InraPorc:** Espessura de toucinho média simulada pelo INRAPORC, **ET corrig:** Espessura de toucinho média obtida após a correção do valor da simulação do INRAPORC, esta correção é baseada na relação ( $ET\ Real = 1,013 * ET\ InraPorc - 2,37\ mm$ ), para o grupo de animais machos castrados sob restrição alimentar do experimento de Pierozan (2014), **ET corrig. CV%:** Coeficiente de variação da espessura de toucinho em função da média corrigida, **Norm.corrig:** Significância de normalidade dos dados frente a média corrigida da população ao peso de abate pelo teste de Komolgorov-Smirnov.

Foram calculados os coeficientes de variação para os lotes de animais abatidos (Tabelas 2.2 e 2.3). Para os dados de PV os 8 coeficientes de variação foram classificados como médios (6 a 18%) pelo método de Judice et al. (1999) e para a ET pelo mesmo método 3, foram considerados médios (9 a 20%), 4 altos (20 a 26%) e 1 muito alto (>26%). Porém todas as informações dos lotes de animais abatidos foram consideradas nas análises posteriores, independentemente se o coeficiente de variação foi alto.

Para cada um dos lotes abatidos foi calculado o intervalo de confiança para a média real de PV e ET, com base no produto do erro padrão ( $S_x$ ) e do valor de Z para 95% de significância estatística (como foi utilizado valor de Z bicaudal  $\alpha/2 = 97,5\%$ ).

As médias simuladas de PV e ET foram corrigidas pelas equações originadas pelas curvas de calibração da predição, simuladas sob o procedimento de calibração (6.4), descritas pelas equações: 2.2 para os dados de PV e 2.3 para os dados de ET, os valores das médias corrigidas estão nas Tabelas 2.2 e 2.3.

O coeficiente de variação com base na média corrigida também foi calculado. Foi verificado se ao substituir o valor da média real pelo da média corrigida, os desvios entre esta e os dados populacionais apresentariam aumento na variação. Para os dados de PV os 8 coeficientes de variação (CV) permaneceram classificados como médios (6 a 18%), pelo método de Judice et al. (1999), não havendo aumento expressivo de variação para o PV pela substituição do valor da média real (Tabela 2.2). Para os dados de ET, utilizando o mesmo método, 3 coeficientes de variação foram considerados médios (9 a 20%), 3 altos (20 a 26%) e 2 muito altos (>26%). Ocorreu aumento expressivo na variação de um dos dados ao substituir os valores das médias reais pelos corrigidos e o CV passou da categoria alto para muito alto, em função do desvio de entre a média real e a corrigida. Isto porque as diferenças entre os valores destas médias estão forte e positivamente correlacionados ( $r=0,95$ ), com os aumentos dos valores de CV.

Quanto à normalidade das distribuições dos dados de PV e ET dos 8 lotes de animais abatidos, após a substituição do valor da média real pelo da média corrigida, todos eles apresentaram distribuições dos dados não diferentes da distribuição normal com significância de ( $P>0,41$ ) para o PV e ( $P>0,87$ ) para a ET.

Os intervalos de confiança da média obtidos para as médias reais dos dados de PV e ET foram mantidos para as médias simuladas pelo INRAPORC<sup>®</sup> e para as corrigidas pelas equações de correção de PV e ET (Tabela 2.4). Foi verificado se os valores das médias reais estavam contidos no intervalo de confiança das médias simuladas e das corrigidas.

Cada lote de animais possuía uma variação diferente e uma amplitude de intervalo de confiança da média diferente, nos 8 lotes abatidos, os intervalos de confiança para as médias reais de PV apresentaram amplitude média de  $8,25\pm 1,39$  kg e para as médias reais de ET, amplitude média de  $2,8\pm 0,3$  mm.

Para o peso vivo os valores das médias reais foram 100% contidos nos intervalos de confiança das médias simuladas pelo INRAPORC<sup>®</sup> e 75% contidos nos intervalos de confiança das médias corrigidas. O desvio médio entre as médias reais e simuladas para os dados de PV foi de 1 kg, já para as médias corrigidas foi de -4 kg. Estes resultados concordam com os obtidos para as curvas de calibração das granjas 01 e 02 no Tabela 2.1 pág 73, nas quais as simulações do INRAPORC<sup>®</sup> foram similares aos dados reais sem necessidade de correção de erros sistemáticos ou de equações de correção para médias simuladas.

Para os dados de espessura de toucinho 25% dos valores das médias reais foram contidos nos intervalos de confiança das médias simuladas, enquanto que 87,5% foram contidos nos intervalos de confiança das médias corrigidas. O desvio médio entre as médias reais e as simuladas foi de 1,9 mm e entre as reais e as médias corrigidas foi de -0,2 mm.

**TABELA 2.4:** VALORES DAS MÉDIAS REAIS, SIMULADAS PELO INRAPORC E CORRIGIDAS DE PESO VIVO E ESPESSURA DE TOUCINHO PARA CADA LOTE ABATIDO DAS GRANJAS 01 E 02, EM DIFERENTES PERÍODOS DE PERMANÊNCIA NAS MESMAS ANTES DO ABATE. INTERVALOS CONFIANÇA DA MÉDIA PARA AS MÉDIAS SIMULADAS E CORRIGIDAS, UTILIZANDO O INTERVALO DE CONFIANÇA OBTIDO PARA A MÉDIA REAL DE CADA LOTE ABATIDO.

| Período de permanência<br>do lote na granja<br>antes do abate<br>(dias) | Peso vivo G01-02 |                  |                   |                          |     |           |     | Espessura de toucinho G01-02 |                  |                   |                          |      |           |      |
|---|------------------|------------------|-------------------|--------------------------|-----|-----------|-----|------------------------------|------------------|-------------------|--------------------------|------|-----------|------|
|   | Médias           |                  |                   | Intervalos de confiança* |     |           |     | Médias                       |                  |                   | Intervalos de confiança* |      |           |      |
|   | Real<br>(kg)     | Simulada<br>(kg) | Corrigida<br>(kg) | Simulada                 |     | Corrigida |     | Real<br>(mm)                 | Simulada<br>(mm) | Corrigida<br>(mm) | Simulada                 |      | Corrigida |      |
|   |                  |                  |                   | LI                       | LS  | LI        | LS  |                              |                  |                   | LI                       | LS   | LI        | LS   |
| 18  | 98               | 98               | 96                | 95                       | 102 | 92        | 99  | 13,8                         | 14,2             | 12,0              | 12,7                     | 15,7 | 10,5      | 13,5 |
| 41  | 119              | 120              | 116               | 116                      | 124 | 111       | 120 | 14,8                         | 16,6             | 14,4              | 15,3                     | 17,9 | 13,1      | 15,7 |
| 59  | 133              | 133              | 128               | 128                      | 138 | 123       | 133 | 16,6                         | 18,3             | 16,2              | 17,1                     | 19,5 | 15,0      | 17,4 |
| 75  | 143              | 148              | 141               | 142                      | 153 | 136       | 147 | 17,6                         | 20,0             | 17,9              | 18,4                     | 21,7 | 16,3      | 19,6 |
| 26  | 104              | 102              | 98                | 98                       | 105 | 95        | 102 | 12,6                         | 15,4             | 13,2              | 14,1                     | 16,7 | 11,9      | 14,6 |
| 47  | 120              | 120              | 116               | 117                      | 124 | 112       | 120 | 16,7                         | 18,1             | 15,9              | 16,6                     | 19,5 | 14,5      | 17,4 |
| 67  | 138              | 138              | 132               | 134                      | 142 | 129       | 136 | 17,8                         | 20,0             | 17,9              | 18,6                     | 21,4 | 16,5      | 19,3 |
| 81  | 146              | 149              | 142               | 145                      | 153 | 138       | 146 | 18,6                         | 21,3             | 19,2              | 19,8                     | 22,7 | 17,7      | 20,7 |
| DM para média Real  |                  | 1                | -4                |                          |     |           |     |                              | 1,9              | -0,2              |                          |      |           |      |
| % de Méd. Real no IC  |                  |                  |                   | 100%                     |     | 75%       |     |                              |                  |                   | 25%                      |      | 87,50%    |      |

\*: Intervalos de confiança da média, **Real:** Média real da população do lote abatido, **Simulada:** Média simulada pelo INRAPORC, com base no seu período de permanência na granja para o lote abatido, **Corrigida:** Média simulada corrigida com base nas relações entre as médias reais e simuladas do grupo de animais sob manejo alimentar restrito do experimento de Pierozan (2014), para o peso vivo: ( $PV_{real} = 0,925 \cdot PV_{InraPorc} + 4,54 \text{ kg}$ ) e para espessura de toucinho: ( $ET_{real} = 1,013 \cdot ET_{InraPorc} - 2,37 \text{ mm}$ ), **LI:** Limite inferior do intervalo de confiança da média, **LS:** Limite superior do intervalo de confiança da média, **DM para média Real:** Desvio Médio da média simulada ou corrigida para a média real do lote abatido, **% de Méd. Real no IC:** Percentual de valores da média real que foram contidos nos intervalos de confiança da média simulada ou corrigida.

A equação obtida pela curva de calibração da predição dos dados de ET, utilizada para corrigir os valores das médias simuladas, apresentou resultados satisfatórios, sendo que a maioria das médias reais foi contida pelos intervalos de confiança das médias corrigidas. Os resultados apresentados foram similares aos obtidos Tabela 2.1 pág 73, ao descontar apenas o erro sistemático do intercepto de 2,37 mm dos dados simulados para as granjas 01 e 02.

A validação do procedimento de correção das simulações de ET, utilizando a Equação 2.4, foi realizada com base nos dados originados dos experimentos de Pierozan (2014) e Oliveira (2011) os quais possuíam animais de mesmo gênero e linhagem genética e os submeteram a fatores nutricionais e ambientais semelhantes. Este procedimento de correção das simulações de ET pode ser utilizado sob outros cenários de sistemas de terminação de suínos.

## 2.4 CONCLUSÃO

O INRAPORC<sup>®</sup> superestimou a massa lipídica e consequentemente a espessura de toucinho.

A calibração do sistema, baseada num grupo pequeno de animais em situação laboratorial, foi aplicável para estimar os pesos médios reais de abate da população sob um sistema de produção comercial.

O procedimento de correção dos dados simulados para espessura de toucinho baseado nas curvas de calibração da predição foi eficaz para a correção dos dados de espessura de toucinho, sendo que após a correção realizada seus valores tornaram-se similares aos reais. Para os dados de peso vivo a simulação do INRAPORC<sup>®</sup>, apresentou valores similares aos reais, sem necessidade de correções no sistema.



## 2.5 REFERÊNCIAS

BALESTRASSI, P. P. & DE PAIVA, A. P., Estatística Aplicada. Instituto de engenharia de produção e gestão. UNIFEI. Itajubá. 2007.

BERTOL, T. M. et al., Efeito do Peso do Suíno em Terminação ao Início da Restrição Alimentar sobre o Desempenho e a Qualidade da Carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V 30, n.2, p 417-424. 2001.

BROSSARD et al., Analyse par modélisation de la variation des performances d'un groupe de porcs en croissance en fonction de l'apport de lysine et du nombre de phases dans le programme d'alimentation. **Journées Recherche Porcine**, V 39, p 95-102. 2007.

FERREIRA, R. A., Efeitos do clima sobre a nutrição de suínos, Encontros técnicos Abraves-SC/EMBRAPA. Memórias Técnicas, Concórdia. 2000.

HAUSCHILD, L. Modelagem Individual e em tempo real das exigências nutricionais de suínos em crescimento. 142 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

JUDICE, M.G. et al., Avaliação do coeficiente de variação na experimentação com suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, V 23, n.1, p 170-173. 1999.

KNAP, P.W., Stochastic simulation of growth in pigs: relations between body composition and maintenance requirements as mediated through protein turn-over and thermoregulation. **Animal Science**, V 71, p 11-30. 2000.

LOVATTO, P.E. & SAUVANT, D., Modelagem aplicada aos processos digestivos e metabólicos do suíno. **Ciência Rural**, V 31, n.4, p 663-670. 2001.

NOBLET, J. et al., Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in growing pigs: effects of sex and genotype. **Journal Animal Science**. V 77. p 1208-1216. 1999.

OLIVEIRA, E.A. Peso ótimo de abate de suínos. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

PIEROZAN, E.A., Avaliação e predição da excreção de nutrientes na terminação de suínos pesados. 97f. (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

POMAR et al. Modeling stochasticity: Dealing with populations rather than individual pigs. **Journal of animal science**, V 81, p 178-186. 2003.

SCHINCKEL et al., Development of a stochastic pig compositional growth model. **The professional animal scientist**. V 19. p 255-260. 2003

VAN MILGEN, J. et al., InraPorc: un modèle pour analyser les performances et évaluer les stratégies alimentaires chez le porc en croissance. **Journées Recherche Porcine** . V 37. p 291-298. 2005.

VAN MILGEN, J. et al., InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**. V 143. p 387-405. 2008.

**VITA**

Sebastião Ferreira Magagnin, filho de agricultores, nasceu dia 20 de Janeiro de 1987 no município de Turvo - SC.

Concluiu no ano 2000 o ensino Fundamental e o Médio em 2003 no Colégio Servos de Maria, da ordem religiosa de mesmo nome, em Turvo - SC.

De 2004 a 2008 cursou Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis –SC.

Entre Agosto e Dezembro de 2008 foi estagiário corporativo – Trainee, na Unidade da SADIA S.A., em Toledo - PR.

De Fevereiro de 2009 a Abril de 2010 foi analista de Planejamento e Controle de Produção da cadeia produtiva de aves da unidade da Tyson do Brasil de São José - SC.

Em Abril de 2010 tomou posse do cargo de Engenheiro Agrônomo da Fazenda Experimental Ressacada – UFSC, onde permanece no quadro de ativo permanente, licenciado para formação de 11.03.2013 a 31.03.2015.

Em Março de 2013, iniciou o Curso de pós-graduação em ciências veterinárias, em nível de mestrado (área de concentração Produção Animal e Meio Ambiente) na Universidade Federal do Paraná, em Curitiba – PR. Realizou estudos na área de Suinocultura, Nutrição e Modelagem.

Em 28 de Março de 2015 submeteu-se à banca de defesa da dissertação do mestrado.